

**EVALUASI DEBIT BANJIR RENCANA PADA NORMALISASI  
SUNGAI SUNTER DI WILAYAH CIPINANG MELAYU,  
JAKARTA**



**GALUH PRADNYA PARAMITA**

**5415111880**

**Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2015**

## ABSTRAK

**GALUH PRADNYA PARAMITA. Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Sunter Di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta.** Skripsi. Jakarta. Program Studi S1 Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Juli 2015.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi debit banjir terhadap kapasitas tampung sungai Sunter. Evaluasi ini diupayakan sebagai bahan pertimbangan untuk penyelesaian masalah mengenai banjir sedalam hampir 2 m akibat hujan yang kerap kali terjadi di wilayah Cipinang Melayu sehingga tidak menghambat arus lalu lintas dan kegiatan masyarakat sekitar.

Evaluasi dilakukan dengan cara melakukan observasi lapangan, studi kepustakaan, serta dengan mengikuti pedoman terkait perhitungan debit banjir rencana dari Departemen Pekerjaan Umum dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Analisa distribusi curah hujan dilakukan dengan metode Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Normal. Sementara, berdasarkan uji dispersi dan uji chi kuadrat dengan taraf nyata pengujian ( $\alpha$ ) 0,05 maka, hasil curah hujan yang memenuhi syarat adalah distribusi Log Pearson III dengan nilai curah hujan ( $X_{tr}$ ) sebesar 550,57 mm. Dengan rumus Mononobe, didapat nilai Intensitas hujan sebesar **154,15 mm/jam**. Sesuai dengan luas DAS yang memenuhi, maka perhitungan debit banjir ( $Q_r$ ) menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dengan periode ulang 2 tahun didapatkan sebesar 78,351 m<sup>3</sup>/dtk ; periode ulang 5 tahun didapatkan sebesar 91,631 m<sup>3</sup>/dtk ; periode ulang 10 tahun didapatkan sebesar 120,515 m<sup>3</sup>/dtk ; periode ulang 25 tahun didapatkan sebesar 156,690 m<sup>3</sup>/dtk ; periode ulang 50 tahun didapatkan sebesar 239,906 m<sup>3</sup>/dtk ; periode ulang 100 tahun didapatkan sebesar 262,447 m<sup>3</sup>/dtk. Kapasitas daya tampung ( $Q_s$ ) dari saluran dihitung dan didapatkan yaitu sebesar 216,84 m<sup>3</sup>/dtk karena  $Q_r > Q_s$ , sehingga diperlukan redimensi saluran.

Salah satu cara mengatasi masalah genangan yang terjadi dapat dilakukan dengan memperlebar dimensi saluran sungai. Metode perhitungan ini dilakukan secara *trial and error* atau coba-coba yaitu pelebaran badan penampang sungai menjadi 25 dan 28,4 meter. Saluran yang direncanakan dengan lebar badan penampang sungai menjadi 28,4 meter dapat menampung debit banjir rencana sampai periode ulang 100 tahun dengan hasil kapasitas saluran sebesar 274,34 m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci:** Banjir, Debit Rencana, Kapasitas Saluran

## ABSTRACT

**GALUH PRADNYA PARAMITA.** *Evaluation of Flood Water Discharge Plan On The Sunter River Normalitation In Cipinang Melayu Region, Jakarta.* Skripsi. Jakarta. Department of civil engineering, Faculty of Engineering State University of Jakarta. Juli 2015.

*This study aims to evaluate the flood discharge to the capacity of the Sunter river. This evaluation sought as consideration for the settlement of the problem of flooding as deep as nearly 2 m due to the rain that often occur in the region Cipinang Melayu so as not impede the flow of traffic and local community activities.*

*Evaluation is done by way of observation, literature study, and by following the guidance on the calculation of flood discharge plan from the Department of Public Works and the Indonesian National Standard (SNI). Analysis of rainfall distribution is done by the method of Normal, Normal Log, Log Pearson III, and Normal. While, based on the dispersion test and chi squared test with significance level ( $\alpha$ ) of 0.05, the result of precipitation Eligible Log Pearson III distribution with a value of rainfall ( $X_{tr}$ ) of 550.57 mm. With Mononobe formula, obtained rainfall intensity value of 154.15 mm / h. In accordance with a watershed area that meet, the calculation of flood discharge ( $Q_r$ ) using the method of Synthetic Unit Hydrograph Nakayasu with a return period of 2 years be obtained at 78.351 m<sup>3</sup> / sec; for a return period of 5 years obtained for 91.631 m<sup>3</sup> / sec; for a period of 10 years obtained for 120.515 m<sup>3</sup> / sec; for a return period of 25 years obtained for 156.690 m<sup>3</sup> / sec; for a return period of 50 years obtained for 239.906 m<sup>3</sup> / sec; and for a return period of 100 years is obtained for 262.447 m<sup>3</sup> / sec. Capacity capacity ( $Q_s$ ) of the channel is calculated and obtained that is equal to 216.84 m<sup>3</sup> / sec because  $Q_r > Q_s$ , necessitating redesign of channel dimensions.*

*One possible solution to overcome the problem of inundation that occurred can be done by widening the river channel dimensions. This calculation method is done by trial and error, ie by widening the cross section of the river to 25 and 28,4 meters. Channel planned by 28.4 meters wide cross-section of the river can accommodate the flood discharge plan for period 100 years with the results of the channel capacity of 274.34 m<sup>3</sup> / sec.*

**Key Words:** *Flood, Water Discharge Plan, Channel Capacity*

## **HALAMAN PENGESAHAN**

<b>NAMA DOSEN</b>	<b>TANDA TANGAN</b>	<b>TANGGAL</b>
Dr. Ir. Mochammad Amron, M.Sc (Dosen Pembimbing I)	.....	.....
Drs. R. Karsono, M.Pd (Dosen Pembimbing II)	.....	.....

## **PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI**

<b>NAMA DOSEN</b>	<b>TANDA TANGAN</b>	<b>TANGGAL</b>
R. Eka Murtinugraha, M.Pd (Ketua Penguji)	.....	.....
Dr. Henita Rahmayanti, M.Si (Anggota Penguji)	.....	.....
Drs. Arris Maulana, MT (Anggota Penguji)	.....	.....

Tangga Lulus: 22 September 2015

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, September 2015

Yang membuat pernyataan,

**Galuh Pradnya Paramita**

**NRM. 5415111880**

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr.Wb.*

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan, rahmat, nikmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian dalam skripsi dengan judul **“Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Sunter Di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta.”**

Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam penyelesaian studi pada program strata satu (S1) Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dengan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak yang telah mendukung baik secara moril maupun materil dalam perihal penyusunan skripsi tersebut. Secara khusus, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. Dadang Suyadi S,MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. R. Eka Murtinugraha, M. Pd, selaku Ketua Program Studi Strata Satu (S1), Penasehat Akademik S1 Reguler angkatan 2011, Ketua Penguji Ujian Skripsi, dan Koordinator Program Penyelesaian Studi (KPPS), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Jakarta.
3. Dr. Ir. Mochammad Amron, M.Sc selaku Dosen Pembimbing materi yang memberikan arahan sepenuhnya selama proses penyusunan skripsi.
4. Drs. R. Karsono, M.Pd selaku Dosen Pembimbing metodologi yang memberikan arahan dan mengkoreksi tata cara penulisan selama proses penyusunan skripsi.
5. Wahyuno, MT selaku Dosen yang selalu membimbing penulis dalam penyusunan skripsi.
6. Kedua Orang tua yaitu Ibu Neneng Saodah dan Bapak I Nyoman Sabar yang telah memberikan dukungan terbesar dalam penyelesaian studi penulis. Terimakasih kepada kakak dan adik penulis yaitu Dimaz Yudha Pradipta Putra, dan Gustyandra Pradistanti Putri.
7. Teman-teman, Rekan Mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan Reguler 2011.
8. Semua pihak yang telah memberikan doa, dorongan, dan data dalam penyusunan skripsi.

Tentunya, penulis menyadari akan kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini bisa berguna bagi masyarakat luas dan dapat berguna untuk pembelajaran berikutnya.

*Wassalamualaikum Wr.Wb*

Jakarta, September 2015  
Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Pembatasan Masalah .....	6
1.4 Rumusan Masalah .....	7
1.5 Tujuan Penulisan .....	7
<b>BAB II. PENYUSUNAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Landasan Teori .....	9
2.1.1 Sungai .....	9
2.1.2 Daerah Aliran Sungai .....	9
2.1.3 Debit Banjir Rencana .....	10
2.1.4 Normalisasi Sungai .....	11
2.1.5 Pengukuran Hujan .....	12
2.1.5.1 Penakar Hujan Manual .....	13
2.1.5.2 Penakar Hujan Otomatis .....	13
2.1.6 Analisis Curah Hujan .....	13
2.1.6.1 Metode Rata-rata Aljabar .....	13
2.1.6.2 Metode Poligon Thiessen .....	14
2.1.6.3 Metode Isohyet .....	15
2.1.7 Analisis Frekuensi dan Probabilitas .....	17
2.1.7.1 Metode Distribusi Normal .....	18
2.1.7.2 Metode Distribusi Log Normal .....	20
2.1.7.3 Metode Distribusi Log-Pearson Type III .....	20
2.1.7.4 Metode Gumbel .....	21
2.1.8 Uji Keselarasan Distribusi .....	23
2.1.9 Koefisien Limpasan .....	25
2.1.10 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ ) .....	27
2.1.11 Intensitas Curah Hujan .....	27
2.1.12 Periode Ulang Hujan .....	28
2.1.13 Perhitungan Banjir Rencana .....	29
2.1.14 Persamaan Manning .....	31
2.2 Penelitian Relevan .....	33

2.3 Kerangka Berpikir .....	34
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tujuan Penelitian.....	36
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	36
3.3 Metode Penelitian .....	37
3.4 Teknik Pengumpulan Data .....	37
3.4.1 Pengumpulan Data.....	37
3.4.2 Metode Pengumpulan Data .....	38
3.5 Analisis Penelitian .....	39
3.6 Diagram Alur Penelitian.....	41
<b>BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Deskripsi Data .....	44
4.2 Analisis Curah Hujan .....	46
4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum .....	46
4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah .....	48
4.2.2 Melengkapi Data Curah Hujan .....	49
4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan.....	52
4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi .....	53
4.3.2 Uji Chi-kuadrat.....	65
4.3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan .....	67
4.3.4 Distribusi Hujan Jam-jaman.....	68
4.4 Koefisien Limpasan .....	70
4.5 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ ) .....	71
4.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	71
4.7 Analisis Hidrolika.....	77
4.8 Pembahasan .....	79
4.9 Keterbatasan Penelitian .....	81
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	82
5.2 Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>84</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>86</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>130</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data Teknis Sungai Sunter.....	11
Tabel 2.2. Nilai Variabel Reduksi Gauss .....	19
Tabel 2.3. <i>Reduced Mean, <math>Y_{nr}</math></i> Sebagai Fungsi Periode Ulang.....	22
Tabel 2.4. <i>Reduced Variate, <math>Y_{Tr}</math></i> Sebagai Fungsi Periode Ulang.....	23
Tabel 2.5. <i>Reduced Standard Deviation, <math>S_n</math></i> Sebagai Fungsi Periode Ulang.....	23
Tabel 2.6. Koefisien Limpasan .....	26
Tabel 2.7. Periode Ulang yang Diisyaratkan .....	28
Tabel 2.8. Koefisien Manning.....	32
Tabel 4.1. Data Teknis Sungai Sunter.....	44
Tabel 4.2. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma .....	47
Tabel 4.3. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Kemayoran.....	47
Tabel 4.4. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Tanjung Priok .....	48
Tabel 4.5. Data Curah Hujan Pada Bulan September .....	49
Tabel 4.6. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma .....	50
Tabel 4.7. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2005-2014) .....	51
Tabel 4.8. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari-Desember) .....	52
Tabel 4.9. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal .....	53
Tabel 4.10. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Normal .....	54
Tabel 4.11. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal .....	55
Tabel 4.12. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi LogNormal .....	57
Tabel 4.13. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Pearson III .....	58
Tabel 4.14. Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson III .....	59
Tabel 4.15. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Pearson III.....	60
Tabel 4.16. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Gumbel.....	61
Tabel 4.17. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Gumbel.....	63
Tabel 4.18. Perbandingan Hasil Dispersi .....	64
Tabel 4.19. Hasil Uji Distribusi .....	65
Tabel 4.20. Uji Chi Kuadrat .....	66
Tabel 4.21. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III .....	67
Tabel 4.22. Perhitungan Distribusi Hujan Jam jaman.....	69
Tabel 4.23. Perhitungan Hujan Jam jama Berbagai Periode Ulang .....	70
Tabel 4.24. Data Tata Guna Lahan Sungai Sunter .....	70
Tabel 4.25. Rekapitulasi Debit Banjir Puncak Sungai Sunter .....	76
Tabel 4.26. Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sunter .....	79

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Genangan Sebelum Normalisasi Pada Sungai Sunter .....	3
Gambar 1.2. Genangan Sesudah Normalisasi Pada Sungai Sunter.....	4
Gambar 2.1. Metode Poligon Thiessen .....	15
Gambar 2.2. Metode Isohyet .....	16
Gambar 2.3. Kurva Distribusi Frekuensi Normal .....	18
Gambar 2.4. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu .....	30
Gambar 3.1. Peta Lokasi Kelurahan Cipinang Melayu.....	36
Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan .....	41
Gambar 4.1. DAS Sunter .....	45
Gambar 4.2. Grafik Distribusi Normal .....	55
Gambar 4.3. Grafik Distribusi Log Normal .....	57
Gambar 4.4. Grafik Distribusi Log Pearson III.....	61
Gambar 4.5. Grafik Distribusi Gumbel.....	64
Gambar 4.6. Grafik Curah Hujan Rencana Disrtibusi Log Pearson III .....	68
Gambar 4.7. Distribusi Hujan Jam-jaman.....	69
Gambar 4.8. Grafik Pola Distribusi Hujan.....	69
Gambar 4.8. Grafik Hidrograf Banjir Berbagai Periode Ulang .....	76

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Lembar Konsultasi Skripsi ..... 86
Lampiran 2	Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing ..... 92
Lampiran 3	Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson III ..... 94
Lampiran 4	Nilai Kritis Untuk Uji Chi-kuadrat ..... 95
Lampiran 5	Foto Dokumentasi Lokasi Penelitian..... 96
Lampiran 6	Peta Genangan Eksisting di Wilayah Penelitian ..... 99
Lampiran 7	Batas DAS Sunter ..... 100
Lampiran 8	Alur Sungai Sunter 1 ..... 101
Lampiran 9	Alur Sungai Sunter 2 ..... 102
Lampiran 10	Permohonan Izin Penelitian (BMKG) ..... 103
Lampiran 11	Permohonan Izin Penelitian (BBWSCC) ..... 104
Lampiran 12	Potongan Melintang Sungai Sunter STR 49 ..... 105
Lampiran 13	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 2 Tahun..... 106
Lampiran 14	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 5 Tahun..... 109
Lampiran 15	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 10 Tahun... 112
Lampiran 16	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 25 Tahun... 115
Lampiran 17	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 50 Tahun... 118
Lampiran 18	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 100 Tahun. 121
Lampiran 19	Redimensi Saluran Sungai Dengan Penambahan Lebar Badan Sungai 25 Meter ..... 124
Lampiran 20	Gambar Rencana Dimensi Saluran Sungai Dengan Penambahan Lebar Badan Sungai 25 Meter ..... 125
Lampiran 21	Redimensi Saluran Sungai Dengan Penambahan Lebar Badan Sungai 28,4 Meter ..... 126
Lampiran 22	Gambar Rencana Dimensi Saluran Sungai Dengan Penambahan Lebar Badan Sungai 28,4 Meter ..... 127
Lampiran 23	Peta Ikhtisar Sungai Sunter di Lokasi Penelitian ..... 128
Lampiran 24	Gambar Desain Sungai Sunter..... 129

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jakarta merupakan salah satu kota yang telah mengalami pertumbuhan penduduk yang signifikan dan menyebabkan pertumbuhan infrastruktur yang pesat karena kebutuhan fisik (lahan) untuk penduduk beraktifitas. Hal ini menyebabkan adanya perubahan lahan yang semula merupakan tempat tinggal air menjadi tempat tinggal penduduk. Akibatnya pada waktu musim penghujan air akan mengisi ruang-ruang penduduk berupa banjir (Kodoatie, 2013).

Banjir merupakan masalah pokok yang terjadi ketika musim penghujan datang disertai sistem drainase yang buruk di wilayah itu sendiri. Jakarta memiliki catatan akan rawan banjirnya yang cukup parah. Dikarenakan sistem drainase yang kurang efektif, dapat dilihat bahwa jika intensitas curah hujan tinggi, maka akan terjadi banjir. Semakin berkurangnya lahan penghijauan yang merupakan daerah resapan air pun menjadi salah satu faktor penting karena akan mengurangi jumlah air yang dapat diserap oleh lahan penghijauan itu sendiri.

Kondisi wilayah Kota Jakarta dengan topografi yang relatif datar mengakibatkan limpasan air hujan tidak bisa mengalir atau sekalipun mengalir dengan kecepatan aliran rendah. Hal ini ditambah dengan kondisi curah hujan per tahun yang cukup tinggi ( $>200$  mm), serta mengakibatkan kondisi saluran drainase (Primer, sekunder, maupun tersier) melebihi kapasitas tampungan. Akibatnya, beban air hujan harus ditampung dalam sistem drainase yang kecil,

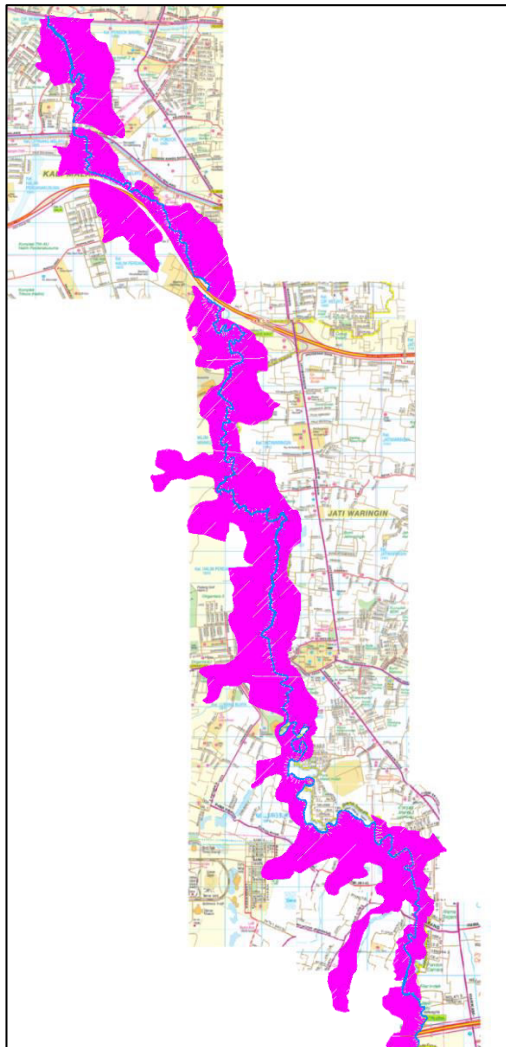
*run-off* menjadi tinggi dan berdampak terhadap peningkatan debit banjir di wilayah hilirnya (Kodoatie, 2013).

Dengan adanya 13 sungai yang melintasi kota Jakarta, yaitu Sungai Mookervaart, Sungai Angke, Sungai Pesanggrahan, Sungai Krukut, Sungai Grogol, Sungai Kali Baru Barat, Sungai Ciliwung, Sungai Kali Baru Timur, Sungai Cipinang, Sungai Sunter, Sungai Buaran, Sungai Jati Kramat, dan Sungai Cakung menjadikan bencana banjir pun tak dapat dihindari jika sistem drainase sungai tersebut tidak berfungsi dengan baik.

Sungai Sunter merupakan salah satu sungai yang melintasi kota Jakarta. Sungai ini memiliki panjang sungai kurang lebih 36,66 km, dengan luas DAS nya mencapai 72 km<sup>2</sup>. Hulu sungainya terletak di kelurahan Cimpaeun, kota Depok dan bermuara di antara kecamatan Koja dan kecamatan Cilincing yang akhirnya akan menuju laut Jakarta. Wilayah – wilayah yang dilewati oleh aliran sungai Sunter ini adalah daerah sekitar Pondok Rangon, Pondok Gede, Halim, Universitas Borobudur, menjelang wilayah Cipinang Indah 2, aliran sungai ini melintas di bawah Sungai kalimalang, melewati Pondok Bambu, Cipinang Muara, Jatinegara Kaum, Rawamangun, Pulogadung, sampai akhirnya wilayah Sunter. (Sumber: Peta Wilayah Kerja, Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane Sungai Sunter). Sungai ini kerap menyebabkan banjir pada saat musim penghujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Wilayah Cipinang Melayu sering terjadi banjir akibat aliran sungai Sunter yang meluap.

Beberapa rencana solusi telah dipertimbangkan dan dilaksanakan untuk mengatasi masalah banjir yang melanda ibukota. Salah satunya adalah untuk menormalisasi Sungai Pesanggrahan, Sungai Angke, dan Sungai Sunter. Kegiatan

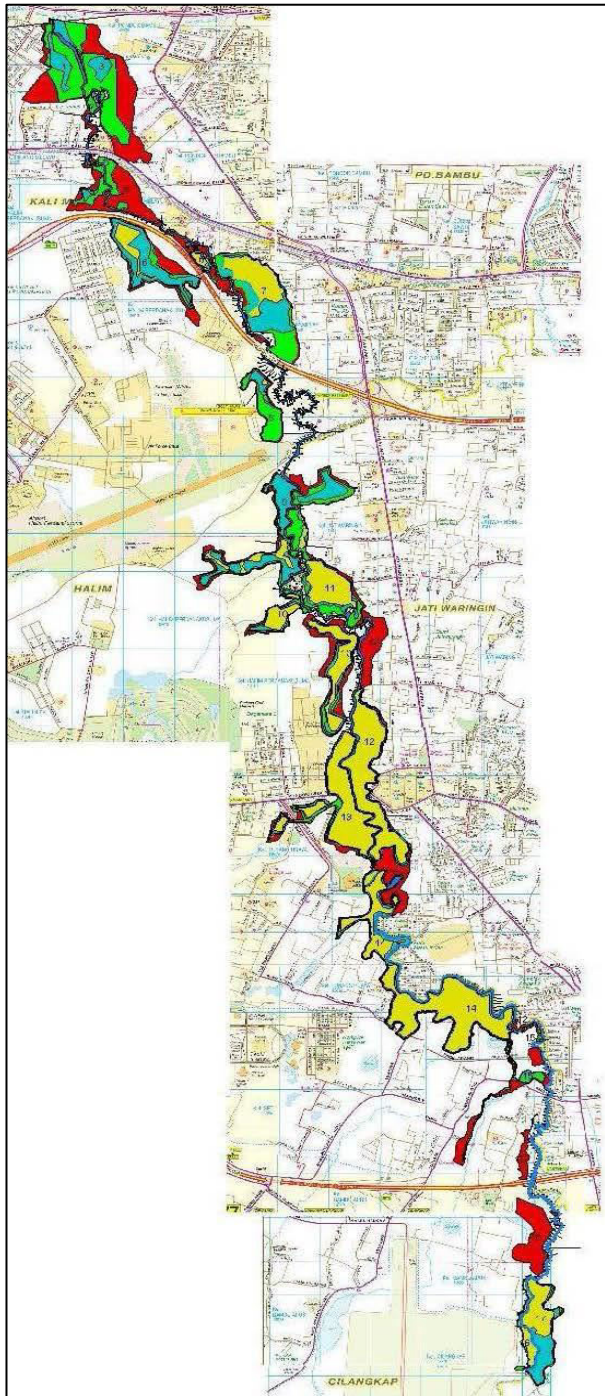
normalisasi tersebut meliputi pengerukan alur sungai, perkuatan tebing, jalan inspeksi, jembatan orang, dan pintu air. Untuk Sungai Sunter ini, kegiatan normalisasi yang dilakukan adalah pengerukan untuk menambah kedalaman sungai dan perkuatan tebing pada dinding sungai menggunakan *sheetpile*. (Sumber: Laporan Strategi Penanganan Banjir & Penurunan Muka Tanah Di Jakarta, 2010). Sebelum dilakukan normalisasi, hasil evaluasi luas genangan akibat banjir pada Sungai Sunter sebesar 558,98 Ha seperti yang dapat dilihat pada gambar 1.1 di bawah ini.



**Gambar 1.1 Genangan Sebelum Normalisasi Pada Sungai Sunter**

*Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane*

Dengan pelaksanaan pekerjaan normalisasi sungai Sunter tahun anggaran 2011-2014 telah mengurangi luas genangan sebesar 374,58 Ha (mereduksi 67% luas genangan) dengan debit banjir rencana  $Q_{25} = 146 \text{ m}^3/\text{det}$  yang dapat dilihat pada gambar 1.2 di bawah ini.



**Gambar 1.2 Genangan Sesudah Normalisasi Pada Sungai Sunter**

*Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane*

Genangan yang masih terjadi 146,34 Ha di wilayah Jakarta Timur meliputi kelurahan Cipinang Melayu. Cipinang Melayu merupakan pemukiman yang terletak di bantaran Sungai Sunter. Pemukiman ini sering terkena banjir apabila Sungai Sunter meluap, banjir yang melanda wilayah ini pun cukup parah dengan tinggi banjir mencapai 30 centimeter sampai dengan 2.5 meter. Ini disebabkan oleh tinggi genangan yang terjadi melebihi tinggi genangan yang direncanakan akibat aliran permukaan (*runoff*) antri masuk ke sungai (Sumber: Laporan Akhir Pekerjaan Supervisi Normalisasi Sungai Sunter, 2011) dimana setiap tahunnya selalu mengakibatkan dampak kerugian yang luas, baik kerugian materiil (*direct losses*) yang berupa kerusakan bangunan, kerusakan sarana dan prasarana serta kemacetan lalu-lintas yang terjadi hampir di setiap sudut kota, maupun kerugian im-materiil (*indirect losses*) yang berupa gangguan kesehatan, perasaan stress serta dampak-dampak sosial lainnya, yang pada akhirnya dapat menimbulkan instabilitas kehidupan bermasyarakat, sosial, politik dan ekonomi.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Dari uraian latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Berapa besar intensitas curah hujan pada Sungai Sunter ?
2. Berapa besar debit saluran kapasitas sungai Sunter setelah normalisasi khususnya di wilayah Cipinang Melayu ?
3. Berapa selisih perhitungan debit banjir rencana pada normalisasi Sungai Sunter dengan hasil perhitungan skripsi ?



4. Apakah pekerjaan normalisasi Sungai Sunter di wilayah Cipinang Melayu dapat menampung debit banjir tertinggi periode ulang 2 sampai 100 tahunan ?
5. Berapakah lebar dimensi sungai yang direncanakan untuk dapat menampung debit banjir rencana sampai periode ulang 100 tahunan ?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Menurut identifikasi masalah di atas dan agar pokok pembahasan tidak melebar dan menyimpang dari topik utamanya, maka dalam penyusunan skripsi ini, lingkup pembahasannya meliputi :

#### 1. Lingkup wilayah penelitian

Wilayah penelitian dibatasi pada Sungai Sunter di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, kecamatan Makassar, Jakarta Timur dengan adanya permasalahan genangan yang cukup tinggi terjadi pada wilayah tersebut.

#### 2. Lingkup materi penelitian

- a. Data curah hujan yang digunakan dari sepuluh tahun terakhir dari mulai tahun 2004 sampai dengan 2014.
- b. Data curah hujan dari stasiun penakar hujan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang mendekati *catchment area* kelurahan Sungai Sunter.
- c. Debit banjir yang diperhitungkan hanya akibat dari curah hujan maksimum. Tidak diperhitungkan pengaruh besarnya sedimentasi,

penambahan limbah kota, dan perkembangan kota terhadap besarnya banjir yang terjadi.

- d. Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
- e. Perencanaan ulang dimensi sungai sesuai dengan debit banjir yang direncanakan.
- f. Perencanaan ulang dimensi sungai hanya pada sektor 49. Sektor 49 terletak di kelurahan Cipinang Melayu, Jakarta Timur. Tepat melintas dibawah saluran Tarum Barat.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Dari identifikasi masalah dan pembatasan, maka masalah dapat dirumuskan sebagai berikut : “Bagaimana hasil evaluasi debit banjir setelah normalisasi pada Sungai Sunter di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, kecamatan Makassar, Jakarta Timur?”.

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

1. Sebagai proses identifikasi perhitungan debit banjir rencana pada sungai Sunter, khususnya di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, kecamatan Makassar, Jakarta Timur, terhadap permasalahan banjir yang sering terjadi.
2. Sebagai bentuk penelitian terkait ilmu keairan khususnya pada lingkup drainase sungai.

3. Sebagai masukan dan referensi dalam di bidang pembelajaran maupun penelitian terkait drainase lebih lanjut.

## **BAB II**

### **PENYUSUNAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Sungai**

Sungai merupakan jaringan alur – alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Air hujan yang jatuh di atas permukaan bumi dalam perjalanannya sebagian kecil menguap dan sebagian besar mengalir dalam bentuk alur – alur kecil, kemudian menjadi alur – alur sedang seterusnya mengumpul menjadi satu alur besar atau utama. Dengan demikian dapat dikatakan sungai berfungsi menampung curah hujan dan mengalirkannya ke laut. (Loebis:1993)

Sungai adalah alur atau wadah air alami dan atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri serta oleh garis sempadan. (Pedoman Perencanaan Hidrologi dan Hidraulik untuk Bangunan di Sungai, Pasal 3 Ayat 15:1987)

##### **2.1.2 Daerah Aliran Sungai**

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah, dimana semua air hujan yang jatuh ke daerah ini akan mengalir melalui sungai dan anak sungai yang bersangkutan (Kodoatie:2013).

DAS (Daerah Aliran Sungai) dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan mengumpul ke sungai menjadi aliran sungai. Garis batas

DAS ialah punggung permukaan bumi yang dapat memisahkan dan membagi air hujan sewaktu menyentuh tanah, ke masing-masing DAS . (Loebis:1993).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa DAS merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami.

### **2.1.3 Debit Banjir Rencana**

Debit air adalah volume air yang melalui penampang basah sungai dalam satuan waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/detik$ ) atau liter per detik ( $l/detik$ ). (Soewarno:1995)

Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarnya didasarkan kala ulang tertentu. (SNI 03-2415-1991)

Debit banjir rencana pada setiap profil sungai merupakan data yang paling utama untuk perencanaan, perbaikan, dan pengaturan sungai. Perhitungan debit banjir rencana sudah dilakukan, setelah itu diadakan perhitungan statistik dari data yang tercatat sesuai dengan tingkat pengamanan banjir yang diinginkan. (Sosrodarsono dan Tominaga:1994)

Dapat disimpulkan bahwa debit banjir rencana merupakan debit air maksimum atau debit banjir yang dipakai pada dasar perencanaan untuk pengendalian banjir, dan dinyatakan dalam periode ulang tertentu. Saat tahapan perencanaan dilakukan, angka debit banjir rencana yang sesuai untuk suatu sungai harus ditentukan terlebih dahulu. Debit banjir rencana tersebut dapat dihitung dengan penjumlahan

kurva debit anak sungai dan sungai utamanya serta kemungkinan adanya pemotongan debit oleh waduk pengendalian banjir.

#### 2.1.4 Normalisasi Sungai

Normalisasi adalah suatu tindakan menjadikan kondisi saluran baik dimensi maupun garis sempadan normal kembali yang dilakukan untuk mengembalikan pada kondisi awal sesuai perencanaan. (Kementrian Pekerjaan Umum:2008)

Kegiatan normalisasi meliputi pengerukan alur sungai, pemasangan *sheet pile*, perkuatan tebing, jalan inspeksi, jembatan orang, dan pintu air (Sumber: Laporan Strategi Penanganan Banjir & Penurunan Muka Tanah Di Jakarta:2010). Sistem pengerukan alur saluran bertujuan untuk memperbesar kapasitas tampungan sungai dan memperlancar aliran sungai. Pengerukan juga merupakan kegiatan-kegiatan melebarkan sungai, mengarahkan alur sungai dan memperdalam sungai (Kodoatie:2013).

**Tabel 2.1 Data Teknis Sungai Sunter**

Profil Sungai Sunter	
Luas DAS	= 72 km <sup>2</sup>
Panjang sungai utama	= 36,66 km
Kemiringan rata-rata	= 0,003
Kapasitas existing alur	= 11 - 28 m <sup>3</sup> /det
Debit banjir rencana Q <sub>25</sub>	= 146 m <sup>3</sup> /det
Hulu sungai Sunter	= Kelurahan Cimpaeun Kota Depok
Hilir sungai Sunter	= Kecamatan Koja
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung - Cisadane	

Dapat disimpulkan bahwa normalisasi sungai adalah suatu metode yang digunakan untuk menyediakan alur sungai dengan kapasitas mencukupi untuk

menyalurkan air, terutama air yang berlebih saat curah hujan tinggi. Tujuan normalisasi sungai antara lain untuk melindungi tebing sungai karena erosi (kikisan), atau untuk mengembalikan bentuk profil sungai seperti semula sesuai dengan rencana awal sebagai upaya penanggulangan banjir. Untuk mendapatkan data hujan, diperlukan alat untuk mengukur curah hujan. Data curah hujan untuk desain drainase biasanya berdurasi pendek, misal setiap 5 menit, 15 menit dan seterusnya yang didapat dari alat pengukur curah hujan.

### **2.1.5 Pengukuran Hujan**

Menurut (Suripin:2004), hujan yang terjadi pada suatu daerah aliran sungai akan sampai ke palung sungai setelah mengalami penguapan dan perembesan. Oleh karena itu besar kecilnya curah hujan dapat diukur dengan menggunakan alat penakar hujan, alat penakar hujan terbagi menjadi dua jenis yaitu alat penakar hujan biasa dan alat penakar hujan otomatis.

#### **2.1.5.1 Penakar Hujan Manual**

Penakar hujan manual merupakan penakar hujan yang menampung air hujan selama 24 jam. Biasanya alat ini dibuka dan diukur secara teratur jumlah hujannya pada jam 09.00 pagi dan dicatat sebagai hujan yang terjadi sehari sebelumnya pada formulir yang telah ditetapkan (Suripin:2004).

#### **2.1.5.2 Penakar Hujan Otomatis**

Penakar hujan otomatis merupakan penakar hujan yang tidak perlu dilakukan pencatatan setiap hari karena alat ini dilengkapi dengan pencatat jumlah akumulasi hujan terhadap waktu dalam bentuk grafik (Suripin:2004).

Ketelitian hasil pengamatan curah hujan dipengaruhi oleh angin, ketinggian alat penakar hujan, keterbukaan lahan dan ukuran penampang alat penerima. Kemampuan penakar hujan untuk menangkap curah hujan adalah merupakan fungsi dari ketinggian tempat.

#### **2.1.6 Analisis Curah Hujan**

Menurut (Soewarno:1995), Analisis curah hujan merupakan suatu rangkaian proses pengolahan data (curah hujan) diawali dengan suatu proses identifikasi kondisi meteorologi, stasiun penakar atau pengukur, analisis data tercatat secara kualitas dan kuantitas yang dilanjutkan dengan perhitungan distribusi frekuensi yang dipilih dan selanjutnya didapat suatu nilai intensitas curah hujan untuk periode ulang tertentu.

Untuk merancang pemanfaatan air dan rancangan pengendali banjir data yang dibutuhkan adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah, dan dinyatakan dalam mm. Curah hujan harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Untuk menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada suatu areal studi, ada 3 (tiga) cara yang dapat digunakan yaitu cara rata-rata aljabar, cara poligon Thiessen dan cara garis Isohyet (Suripin:2004).

##### **2.1.6.1 Metode Rata-rata Aljabar**

Merupakan metode yang sangat sederhana dalam perhitungan hujan pada suatu wilayah atau daerah. Metode ini didasarkan pada asumsi semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cocok untuk kawasan dengan topografi



rata, dan alat penakar tersebar merata. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin:2004):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n} = \sum_{i=0}^n \frac{P_n}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- P = Curah hujan tercatat (mm)  
 P<sub>1</sub>, ..., P<sub>n</sub> = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)  
 n = Jumlah stasiun pengukuran

#### 2.1.6.2 Metode Poligon Thiessen

Menurut (Suripin:2004), Metode Poligon Thiessen dikenal juga sebagai metode rata – rata timbang. Metode ini ditentukan dengan cara membuat poligon antar pos hujan pada suatu wilayah DAS kemudian tinggi hujan rata rata dihitung dari jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poligon dan tinggi hujannya dibagi dengan luas seluruh DAS. Hasil metode Poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata –rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah dengan luas 500 – 5000 km<sup>2</sup>. Tahapan penerapan metode ini meliputi langkah – langkah sebagai berikut:

- a. Letak pos penakar hujan ditandai pada peta DAS, kemudian buat garis lurus penghubung antar titik pos penakar.
- b. Setiap garis penghubung ditarik garis tegak lurus ditengah garis penghubung sehingga membentuk poligon.
- c. Luas daerah yang hujannya dianggap mewakili oleh salah satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi oleh poligon tersebut

Adapun rumus dari metode ini ialah

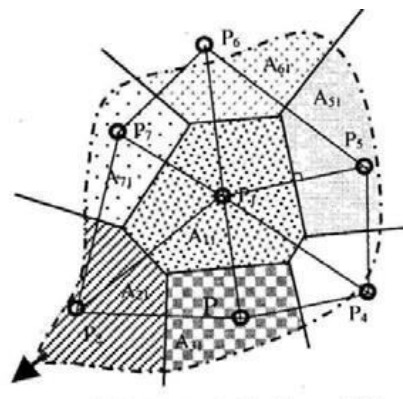
$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat (mm)

$A_n$  = Luas daerah pengaruh setiap stasiun ( $\text{km}^2$ )

$P_1, \dots, P_n$  = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)



**Gambar 2.1 Metode Poligon Thiessen**

Sumber: Drainase Perkotaan, (Suripin,2004)

### 2.1.6.3 Metode Isohyet

Menurut (Suripin:2004), Metode ini merupakan metode yang paling teliti untuk menghitung hujan rata-rata di suatu daerah, tapi cara ini diperlukan keahlian dan pengalaman yang lebih dibandingkan dengan metode sebelumnya. Cara ini memperhitungkan pengaruh tiap – tiap pos penakar hujan. Isohyet sendiri memiliki pengertian kontur yang menghubungkan titik – titik dengan kedalaman hujan yang sama. Metode ini cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari  $5000 \text{ km}^2$ .

Hitung hujan rata-rata DAS dengan persamaan berikut:

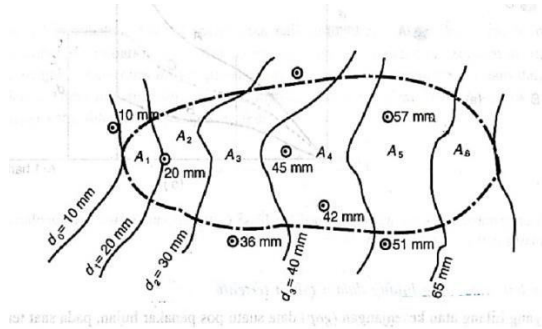
$$P = \frac{\frac{P_0 + P_1}{2} A_1 + \frac{P_1 + P_2}{2} A_2 + \dots + \frac{P_{n-1} + P_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

$P$  = Curah hujan tercatat (mm)

$A_n$  = Luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun ( $\text{km}^2$ )

$P_1, \dots, P_n$  = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)



**Gambar 2.2 Metode Isohyet**

Sumber: insinyurpengairan.wordpress.com

### Cara Memilih Metode:

#### a. Jaring-jaring pos penangkar hujan dalam DAS

Jumlah pos penangkar hujan cukup :

Metode Isohyet, Metode Poligon Thiessen, Metode Rata-rata Aljabar

Jumlah pos penangkar hujan terbatas :

Metode Poligon Thiessen dan Metode Rata-rata Aljabar

#### b. Topografi DAS

Pegunungan : Metode Rata-rata Aljabar

Dataran : Metode Poligon Thiessen

Berbukit dan tidak beraturan : Metode Isohyet

#### c. Luas DAS

DAS kecil ( $<500 \text{ km}^2$ ) : Metode Rata-rata Aljabar

DAS sedang ( $500-5000 \text{ km}^2$ ) : Metode Poligon Thiessen

DAS besar ( $>5000 \text{ km}^2$ ) : Metode Isohyet

Pada penelitian ini untuk menghitung curah hujan rata-rata peneliti memilih untuk menggunakan metode rata rata aljabar, sesuai dengan cara pemilihan metode diatas, DAS Sunter termasuk kategori DAS kecil ( $<500 \text{ km}^2$ ) yaitu seluas  $72 \text{ km}^2$ .

### **2.1.7 Analisis Frekuensi dan Probabilitas**

Analisis frekuensi memerlukan data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis ini berdasarkan pada sifat statistik data kejadian di masa lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang.

Analisis frekuensi data hidrologi bertujuan untuk menentukan nilai dari besaran-besaran peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi menggunakan variabel – variabel acak dan distribusi probabilitas yang merupakan bagian dari metode statistik. (Suripin:2004)

Dalam analisis statisitik terdapat parameter – parameter yang dapat membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat. Dan jenis – jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah sebagai berikut:

#### **2.1.7.1 Metode Distribusi Normal**

Distribusi normal merupakan distribusi kumulatif normal atau disebut pula distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (PDF = *probability density function*) yang paling dikenal adalah bentuk bell dan dikenal dengan distribusi normal. PDF distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut: (Suripin:2004)

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) - \infty \leq x \leq \infty \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

$P(X)$  = Fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

$X$  = variabel acak kontinu

$\mu$  = rata-rata nilai  $X$

$\sigma$  = simpangan baku nilai  $X$

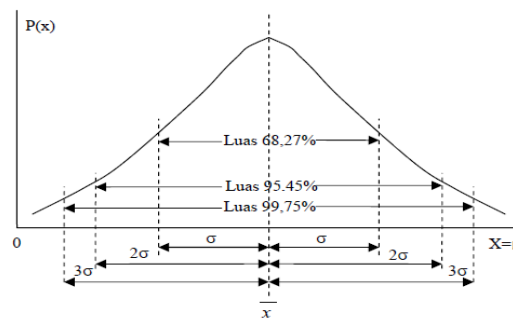
Analisis kurva normal cukup menggunakan parameter statistik  $\mu$  dan  $\sigma$ .

Bentuk kurvanya simetris terhadap  $X = \mu$ , dan grafiknya selalu diatas sumbu datar

$X$ , serta mendekati sumbu datar  $X$  dan dimulai dari  $X = \mu + 3\sigma$  dan  $X = \mu - 3\sigma$ .

Nilai mean = median = modus. Nilai  $X$  mempunyai batas  $-: < X < +:.$

Apabila suatu populasi data hidrologi mempunyai distribusi berbentuk distribusi normal (Gambar), maka



**Gambar 2.3 Kurva Distribusi Frekuensi Normal**

Sumber: Suripin (2004)

- 1) Kira-kira 68,27%, terletak di daerah satu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara  $(\mu - \sigma)$  dan  $(\mu + \sigma)$ .
- 2) Kira-kira 95,45%, terletak di daerah dua deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara  $(\mu - 2\sigma)$  dan  $(\mu + 2\sigma)$ .

- 3) Kira-kira 99,73%, terletak di daerah tiga deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara  $(\mu - 3\sigma)$  dan  $(\mu + 3\sigma)$ .

Sedangkan nilai 50%-nya terletak didaerah antara  $(\mu - 0,6745\sigma)$  dan  $(\mu + 0,6745\sigma)$

Rumus umum yang digunakan untuk distribusi normal adalah (Suripin:2004)

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

$X_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T- tahunan

$\bar{X}$  = nilai rata-rata hitung variat

S = Standar Deviasi

$K_T$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang

Nilai faktor frekuensi  $K_T$  umumnya sudah tersedia dalam bentuk tabel untuk mempermudah perhitungan, yang umum disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variable reduced Gauss*). Nilai variabel reduksi Gauss dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut :

**Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss**

No	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	$K_T$	No	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	$K_T$
1.	1,001	0,999	-3,05	12.	3,330	0,300	0,52
2.	1,005	0,995	-2,58	13.	4,000	0,250	0,67
3.	1,010	0,990	-2,33	14.	5,000	0,200	0,84
4.	1,050	0,950	-1,64	15.	10,000	0,100	1,28
5.	1,110	0,900	-1,28	16.	20,000	0,050	1,64
6.	1,250	0,800	-0,84	17.	50,000	0,020	2,05

No	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	$K_T$	No	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	$K_T$
7.	1,330	0,750	-0,67	18.	100,000	0,010	2,33
8.	1,430	0,700	-0,52	19.	200,000	0,005	2,58
9.	1,670	0,600	-0,25	20.	500,000	0,002	2,88
10.	2,000	0,500	0	21.	1000,000	0,001	3,09
11.	2,500	0,400	0,25				

Sumber: Suripin, 2004

### 2.1.7.2 Metode Distribusi Log Normal

Jika Variable acak  $Y = \text{Log } X$  terdistribusikan secara normal, maka  $x$  dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Ini dapat dinyatakan sebagai berikut (Suripin:2004)

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

$Y_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{Y}$  = nilai rata-rata hitung variat

$K_T$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang

$S$  = Standard Deviasi

### 2.1.7.3 Metode Distribusi Log-Pearson Type III

Distribusi ini tidak memiliki konsep yang melatar belakangi pemakaian distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori. Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-

Pearson Type III. Tiga parameter penting yang diperlukan oleh distribusi Log-Pearson Type III adalah:

- (i) Harga rata-rata
- (ii) Simpangan baku
- (iii) Koefisien kemencengan (jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal)

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Pearson Type III (Suripin:2004)

- a. Ubah data kedalam bentuk logaritmis,  $X = \log X$
- b. Hitung harga rata-rata

$$\log \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \dots \dots \dots (2.6)$$

- c. Hitung harga simpangan baku

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^2 \right)^{0,5} \dots \dots \dots (2.7)$$

- d. Hitung koefisien kemencengan atau kecondongan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{(n-1)(n-2)s^3} \dots \dots \dots (2.8)$$

- e. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.S \dots \dots \dots (2.9)$$

Nilai K untuk Log – Pearson III dapat dilihat pada *lampiran 3 Hal. 95*.

#### 2.1.7.4 Metode Gumbel

Tujuan teori statistik nilai-nilai esktrim adalah untuk menganalisis hasil pengamatan nilai-nilai ekstrim tersebut untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrim



berikutnya. Menurut E.J Gumbel (1941), persoalan yang utama dengan nilai-nilai ekstrim datang dari persoalan banjir.

Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka persamaan dapat dilihat (Suripin, 2004:51):

$$X_T = X + S \cdot \bar{K} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (2.10a)$$

Keterangan:

$X_T$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$\bar{X}$  = Harga rata-rata dari data curah hujan

S = Simpangan baku data hujan

K = Faktor frekuensi

$Y_n$  = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyak n data

$Y_t$  = *Reduced variate* sebagai fungsi dari banyak periode ulang T tahun

$S_n$  = *Reduced standard deviasi* sebagai fungsi dari banyaknya n data

Nilai  $Y_n$  (*Reduced Mean*) dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut :

**Tabel 2.3 *Reduced Mean,  $Y_{nr}$  Sebagai Fungsi Periode Ulang***

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,8396	0,5403	0,541	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,561	0,5611

Sumber : Suripin, 2004

Nilai  $Y_t$  (*Reduced variate*) dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut :

**Tabel 2.4 *Reduced Variate,  $Y_{Tr}$  Sebagai Fungsi Periode Ulang***

Periode Ulang, $T_r$ (tahun)	Reduced Variate, $Y_{Tr}$	Periode Ulang, $T_r$ (tahun)	Reduced Variate, $Y_{Tr}$
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,251	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber: Suripin, 2004

Nilai  $S_n$  (*Reduced Standard Deviation,*) dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut :

**Tabel 2.5 *Reduced Standard Deviation,  $S_n$  Sebagai Fungsi Periode Ulang***

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,209	1,2093	1,2096

Sumber : Suripin, 2004

### 2.1.8 Uji Keselarasan Distribusi

Uji keselarasan diperlukan untuk menguji persamaan distribusi peluang yang telah dipilih terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili

distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Salah satu metodenya ialah dengan uji chi-kuadrat.

### 2.1.8.1 Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih memenuhi syarat untuk dijadikan dasar dalam menentukan debit air rencana dengan periode ulang tertentu atau mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suripin:2004):

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

$X_h^2$  = parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

$O_i$  = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok  $i$

$E_i$  = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok  $i$

Prosedur Uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

- Urutkan data pengamatan (dari besar kekecil atau sebaliknya)
- Kelompokkan data menjadi G sub grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan
- Jumlah data pengamatan berdasarkan  $O_i$  tiap tiap sub-grup
- Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar  $E_i$
- Pada tiap sub-grup hitung nilai:

$$(O_i - E_i) \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- f. Jumlah seluruh G sub-grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan nilai chi-kuadrat terhitung.
- g. Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - 1$  (nilai  $R = 2$  untuk distribusi normal dan binomial)

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

- Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima
- Apabila peluang kurang dari 1% maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima
- Apabila peluang berada diantara 1%-5% maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan.

Nilai kritis untuk distribusi chi-kuadrat dapat dilihat pada *lampiran 4 Hal. 96*.

### 2.1.9 Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Koefisien limpasan untuk tiap bagian daerah yang memiliki fungsi lahan yang berbeda dapat dihitung dengan rumus (Triatmodjo:2008):

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan :

$C_i$  = Koefisien limpasan untuk daerah dengan luasan  $A_i$

$A_i$  = luasan dengan nilai C yang berbeda

$\sum A_i$  = Penjumlahan semua luasan dengan nilai C yang berbeda.

Untuk mempermudah perhitungan koefisien limpasan, dapat dilihat pada Tabel 2.6, dimana pada tabel tersebut terdapat angka – angka koefisien limpasan pada masing – masing fungsi lahan.

**Tabel 2.6 Koefisien Limpasan**

Deskripsi Lahan / Karakter	Koefisien Aliran, C
<b>Business</b>	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
<b>Perumahan</b>	
Rumah Tunggal	0,30 – 0,50
Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
<b>Industri</b>	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
<b>Perkerasan</b>	
Aspal dan beton	0,70 – 0,95
Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Atap	0,75 – 0,95
<b>Halaman, tanah berpasir</b>	
Datar 2%	0,05 – 0,10
Rata-rata 2-7%	0,10 – 0,15
Curam 7%	0,15 – 0,20
<b>Halaman, tanah berat</b>	
Datar 2%	0,13 – 0,17
Rata-rata 2-7%	0,18 – 0,22
Curam 7%	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
<b>Hutan</b>	
Datar, 0-5%	0,10 – 0,40
Bergelombang, 5-10%	0,25 – 0,50
Berbukit, 10-30%	0,30 – 0,60

Sumber: Triatmodjo,2008

### 2.1.10 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Waktu konsentrasi yang dimaksud adalah waktu yang diperlukan saat air hujan jatuh pada titik awal hulu saluran sampai pada titik hilir saluran. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1949) dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(2.13)$$

L = Panjang Sungai

S = Kemiringan Sungai

### 2.1.11 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin hujan berlangsung intensitasnya cenderung semakin tinggi dan semakin besar periode ulangnya semakin tinggi pula intensitasnya.

Besarnya intensitas hujan sangat berpengaruh terhadap besarnya debit yang akan dibuang. Intensitas hujan berbanding lurus dengan debit. Semakin besar intensitas hujan, maka debit yang harus dialirkan pada daerah tersebut akan semakin besar.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya intensitas hujan adalah dengan rumus Mononobe (Suripin:2004):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

$t$  = waktu (durasi) curah hujan (menit)

$R_{24}$  = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

### 2.1.12 Periode Ulang Hujan

Menurut Robert J. Kodoatie (2013), kala ulang atau periode ulang dapat didefinisikan sebagai interval waktu dari suatu peristiwa yang mencapai suatu harga tertentu atau melampaui harga tersebut. Pengertian  $Q_{25}$  tidak berarti terjadi banjir setiap 25 tahun. Analisis periode ulang debit menggunakan ilmu statistik dalam menentukan besaran tersebut, yaitu dalam konsep analisis kemungkinan (*Probability*).

Umumnya data hidrologi yang dipakai sebagai dasar perhitungan I (Intensitas) rencana, adalah data cursh hujan harian maksimum tahunan yang hanya terjadi sekali setiap tahunnya. Maka fungsi waktunya adalah tahunan. Periode ulang tahunan adalah rerata selang waktu perkiraan terjadinya banjir. Berikut tabel periode ulang yang diisyaratkan menurut Departemen Pekerjaan Umum:

**Tabel 2.7 Periode Ulang yang Diisyaratkan**

Bangunan/Saluran Drainase	Periode Ulang
Sungai Besar atau Saluran Primer	25 tahun
Sungai Kecil	10 tahun
Saluran Sekunder	10 tahun
Saluran Tersier (Saluran Permukiman)	1 tahun
Saluran Tersier (Industri dan Komersial)	2 tahun
Gorong-gorong	10 tahun
Gorong-gorong Jalan Tol	25 tahun
Saluran Drainase Jalan	5 tahun

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, standar Metode Menghitung Design Flood, Jakarta: Badan Penerbit PU (1990).

### 2.1.13 Perhitungan Debit Banjir Rencana

#### 2.1.13.1 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Menurut Bambang Triatmodjo (2008), Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut.

Adapun karakteristik tersebut adalah:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*).
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*).
- Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograf*).
- Luas daerah pengaliran.
- Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).

Bentuk kurva dari HSS Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 2.4 Persamaan

Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu:

$$Q_p = \frac{A \times R_o}{3,6 (0,3 t_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(1)$$

Untuk menentukan  $T_p$  dan  $T_{0,3}$  dapat digunakan persamaan:

$$T_p = t_g + 0,8 t_r$$

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0,40 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$t_r = \text{lama hujan efektif yang besarnya } 0,5 \sim 1 t_g$$



dimana :

$Q_p$  = debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/detik)

$R_o$  = hujan satuan (mm)

$T_p$  = tenggang waktu (*time lag*) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam).

$T_{0,3}$  = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak (jam)

$A$  = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

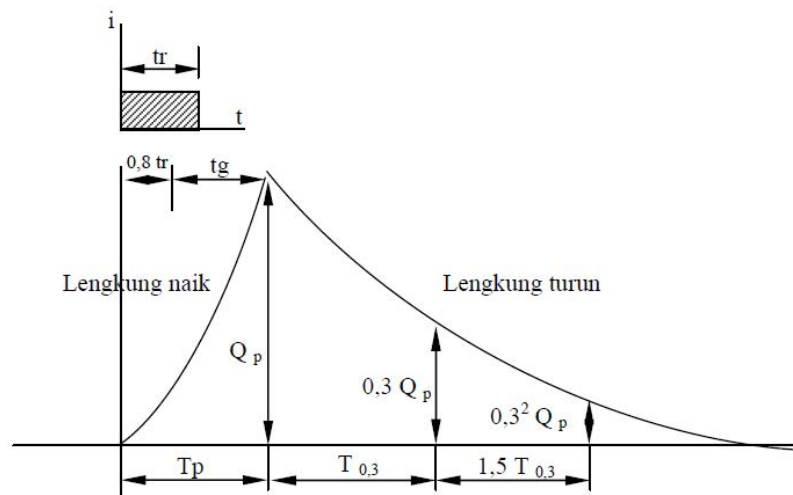
$R_e$  = Curah hujan efektif (1 mm)

$t_g$  = Waktu konsentrasi (jam)

$T_r$  = Satuan waktu dari curah hujan (jam)

$\alpha$  = Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2.

$L$  = panjang sungai utama (km)



**Gambar 2.4 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu**

Sumber: Suripin, 2004

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetisnya adalah:

- a. Bagian lengkung naik untuk  $0 \leq t \leq T_p$ ,

$$Q_t = Q_p \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2,4}$$

- b. Bagian lengkung turun untuk  $(T_p < t < T_p + T_{0,3})$

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

- c. Bagian lengkung turun untuk  $(T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

- d. Bagian lengkung turun untuk  $(t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

#### 2.1.14 Persamaan Manning

Rumus Manning mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan, oleh karena itu rumus Manning dapat luas penggunaannya sebagai rumus aliran seragam dalam perhitungan saluran. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan kapasitas penampang saluran menggunakan rumus Manning (Sosrodarsono:2003).

Persamaan untuk kecepatan aliran yang terjadi adalah :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.21)$$

Persamaan untuk debit yang mengalir adalah :

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(2.22)$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \dots\dots\dots(2.23)$$

Keterangan :

V = kecepatan aliran (m/detik)

Q = debit saluran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolik saluran (m)

S = kemiringan dasar saluran

A = luas penampang aliran ( $\text{m}^2$ )

Besarnya koefisien Manning dapat mengacu pada tabel 2.8 berikut :

**Tabel 2.8 Koefisien Manning**

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
<b>SALURAN BUATAN</b>					
01	Saluran tanah, lurus, teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
02	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
03	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
04	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
05	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
06	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
07	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
<b>SALURAN ALAM</b>					
08	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
09	Seperti no. 8, tetapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no. 10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no. 10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050

13	Seperti no. 11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
<hr/>					
	SALURAN BUATAN, BETON ATAU BATU KALI				
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti No. 16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,015	0,018

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum, 1994

## 2.2 Penelitian Relevan

Untuk mendukung penelitian ini, berikut dikemukakan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini:

- a. Judul Penelitian : **“Kaji Ulang Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Pesanggrahan, Jakarta.”**

Penulis : Rizky Amalia, Universitas Negeri Jakarta, 2013.

Hasil Penelitian : Setelah dilakukan kajian, maka didapatkan hasil debit saluran kapasitas DAS Pesanggrahan khususnya di wilayah IKPN Bintaro sebesar 128,92 m<sup>3</sup>/det. Dapat disimpulkan bahwa debit saluran hanya cukup untuk menampung debit banjir pada periode ulang 2 tahun = 91,96 m<sup>3</sup>/det dan periode ulang 5 tahun = 120,42 m<sup>3</sup>/det. Untuk periode ulang 10, 20, dan 50 tahun kapasitas DAS Pesanggrahan khususnya di wilayah IKPN Bintaro tidak mampu menampung debit banjir dengan periode ulang tersebut, karena debit banjir lebih besar dari debit saluran.

- b. Judul Penelitian : **“Debit Sungai Sunter Dan Pengaruhnya Terhadap Banjir Kanal Timur.”**

Penulis : Mulyono, Universitas Tarumanagara, 2011.

Hasil Penelitian : Analisis terhadap besaran debit banjir Sungai Sunter untuk periode ulang 100 tahun ( $Q_{100}$ ) sebesar  $136,96 \text{ m}^3/\text{detik}$ , sebab daya tampung Sungai Sunter hanya sebesar  $29,624 \text{ m}^3/\text{detik}$  sehingga terjadi luapan sebesar  $107,336 \text{ m}^3/\text{detik}$  ini disalurkan ke saluran Banjir Kanal Timur karena saluran ini memiliki daya tampung sebesar  $273,6 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

### 2.3 Kerangka Berpikir

Permasalahan banjir yang terjadi di wilayah Cipinang Melayu merupakan salah satu akibat meluapnya air sungai pada Sungai Sunter. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan jumlah debit air meningkat dan menjadi salah satu faktor yang menyebabkan air sungai meluap. Akan tetapi pengelolaan sistem drainase yang kurang baik dapat menjadi salah satu faktor utama terhadap masalah banjir tersebut. Akibat terganggunya sistem drainase, air yang seharusnya mengalir dengan baik dapat terhambat dan menyebabkan banjir.

Normalisasi memiliki pengertian sebagai upaya memperbesar kapasitas aliran sungai atau menata kembali sungai dengan harapan menyelesaikan masalah banjir agar tidak kembali terulang. Kegiatan normalisasi meliputi pengerasan dinding sungai, pembangunan sodetan, pembuatan tanggul dan juga pengerukan. Pengerasan dinding sungai dapat dilakukan dengan memasang batu kali atau

dengan pembetonan pada dinding sungai. Pembuatan tanggul dapat dilakukan dengan penimbunan tanah atau dengan dinding beton yang dipasang memanjang di lokasi rawan banjir.

Tujuan dibangunnya drainase adalah untuk menciptakan kondisi yang bersih dan sehat dimana wilayah tersebut bebas dan aman dari genangan air atau banjir. Namun masalah banjir masih sering terjadi akibat sistem drainase yang tidak berjalan sesuai fungsinya. Banyak faktor – faktor yang menjadi masalah tersebut diantaranya dimensi saluran, sedimentasi dan sampah serta rusaknya saluran drainase itu sendiri.

Penelitian ini dilaksanakan sebagai upaya mengatasi bahaya banjir di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, untuk itu dihitung debit banjir rencana pada normalisasi sungai Sunter khususnya di daerah kajian yang mengakibatkan terjadinya banjir di wilayah tersebut. Penganalisaan data curah hujan dihitung dari curah hujan maksimum tahunan dari ketiga stasiun curah hujan, kemudian dihitung debit banjir rencana dari sungai Sunter tersebut. Hal ini untuk mengetahui berapa besar kapasitas sungai Sunter yang dibutuhkan untuk menampung debit banjir rencana. Apakah rencana normalisasi yang dilaksanakan akan mampu menampung debit aliran tertinggi sungai Sunter pada wilayah penelitian.

## **BAB III**

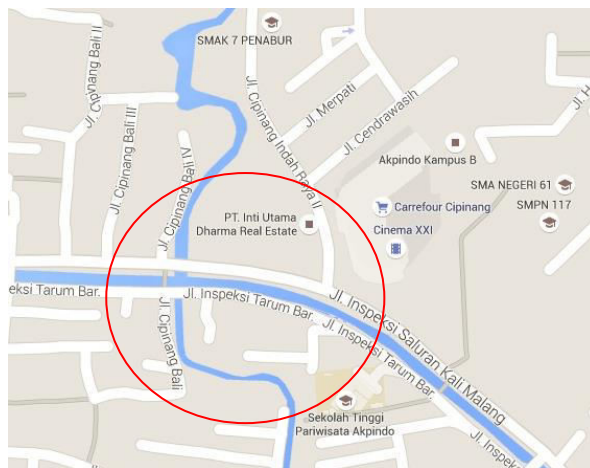
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk menghitung debit banjir rencana pada normalisasi Sungai Sunter dan mengetahui apakah Sungai Sunter mampu menampung debit aliran tertinggi di wilayah Cipinang Melayu berdasarkan data yang ada.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Sungai Sunter dikhususkan pada wilayah Kelurahan Cipinang Melayu, Kecamatan Makasar, Kota Jakarta Timur, Provinsi DKI Jakarta. Waktu penelitian terhitung tiga bulan dari bulan April hingga Juni pada semester genap 2015.



**Gambar 3.1 Peta Lokasi Kelurahan Cipinang Melayu, Kecamatan Makasar, Kota Jakarta Timur, Provinsi DKI Jakarta.**

*Sumber : Google map*

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah metode perencanaan yaitu penelitian yang membahas hal – hal tentang kajian, melakukan perhitungan kembali yang dalam hal ini suatu kajian debit rencana pada normalisasi sungai Sunter. Kajian dilakukan dengan mengikuti pedoman perencanaan saluran dan petunjuk standar perencanaan peraturan yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum dalam SNI 03-2415-1991 (Metode Perhitungan Debit Banjir). Proses pengerjaan penelitian ini dalam perhitungannya menggunakan bantuan program computer *Microsoft Excel*.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang diperlukan, penulis mendapatkan data sekunder sebagai input dari kepustakaan serta instansi-instansi terkait seperti Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane (BBWSCC), Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL), serta hasil survey lapangan atau observasi dan wawancara.

#### 3.4.1 Pengumpulan Data

Sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data, maka tahap - tahap persiapan dengan kegiatan yang diperlukan sebagai berikut.

Tahap persiapan meliputi kegiatan - kegiatan berikut :

1. Studi pustaka terhadap materi untuk menentukan garis besarnya.
2. Menentukan data-data yang diperlukan
3. Menentukan instansi - instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber.



4. Membuat perijinan penelitian terhadap instansi – instansi terkait.
5. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi sebenarnya.

### **3.4.2 Metode Pengumpulan Data**

Dalam perencanaan ini penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan, yaitu dengan cara:

#### **a. Kepustakaan**

Kepustakaan data perencanaan didapatkan dengan cara mengumpulkan berbagai data yang berasal dari literature, jurnal, dokumen, mengolah data tertulis, buku-buku referensi atau buku-buku sumber yang mempunyai hubungannya dengan objek kajian.

#### **b. Metode Observasi**

Metode observasi yang dimaksud merupakan suatu cara pengumpulan data, dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan. Pengumpulan data dengan cara menginventarisasi data diantaranya data curah hujan dan klimatologi dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), peta topografi dari Badan Informasi Geospasial, Data kondisi drainase, hidrologi, Laporan Review Desain Supervisi Normalisasi Kali Sunter, Laporan Studi Pengendalian Banjir Sungai Sunter dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung – Cisadane (BBWSCC). yaitu dengan cara mengumpulkan data primer dan data sekunder antara lain:

1. Data curah hujan bulanan dengan periode 10 tahun dari 3 stasiun hujan yaitu stasiun hujan Tanjung Priok, Kemayoran, Halim Perdanakusuma, data tersebut didapat dari Badan Meteorologi

Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Balai Besar Wilayah Ciliwung Cisadane (BBWSCC)

2. Data teknis Sungai Sunter dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane (BBWSCC)
3. Data Sungai Sunter

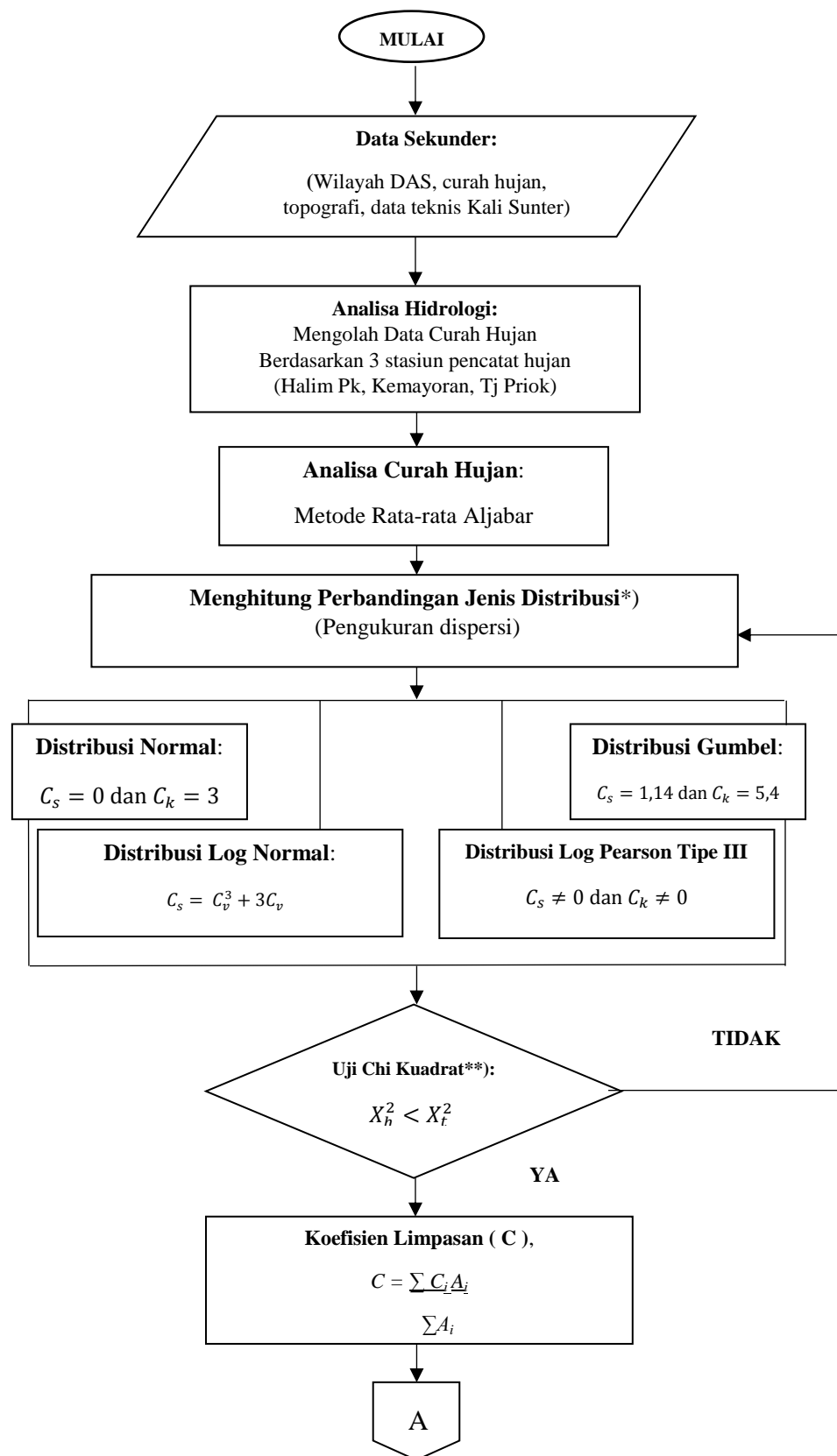
### **3.5 Analisis Penelitian**

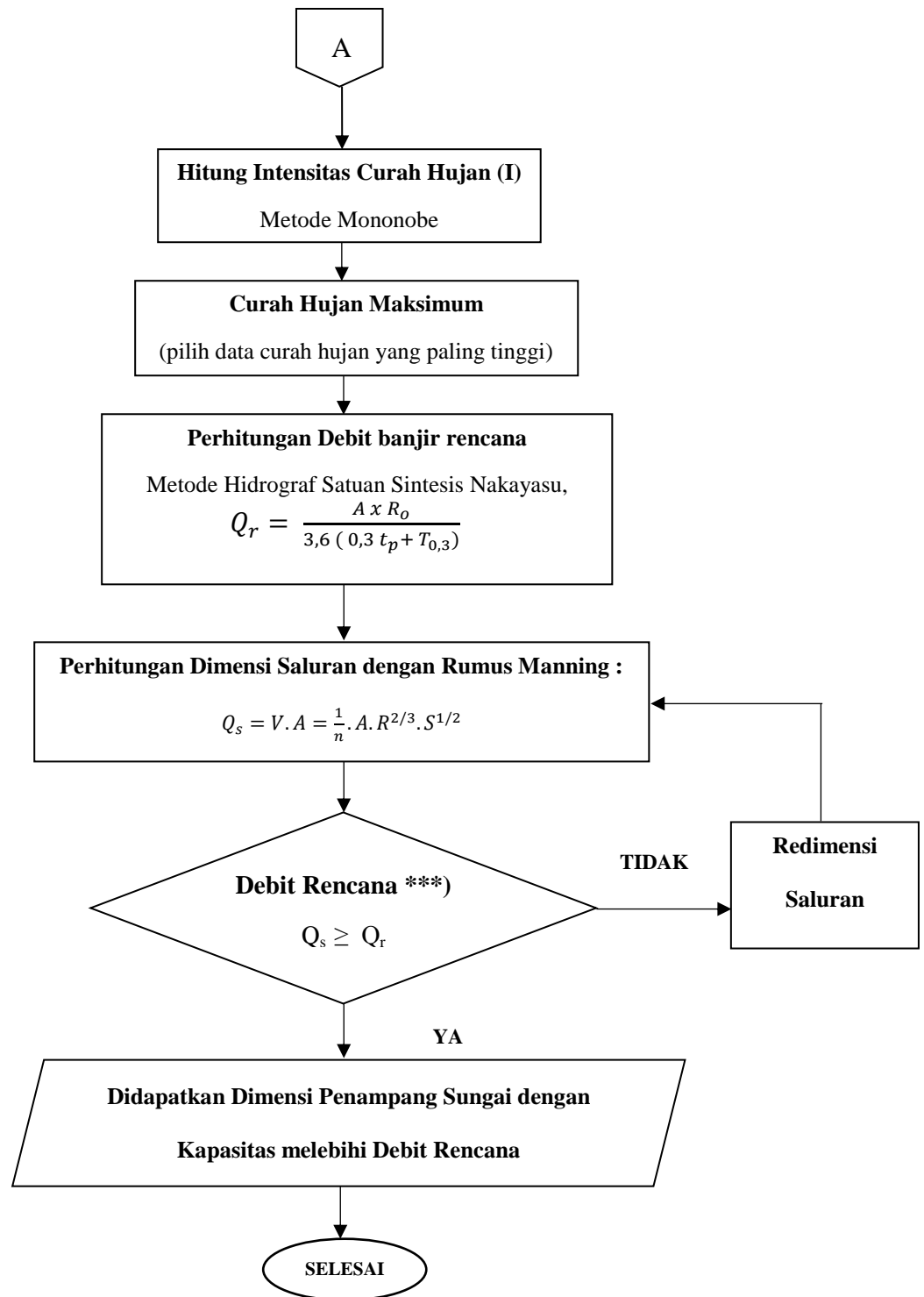
Setelah seluruh data yang diperlukan didapat, maka penulis membuat prosedur penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data penelitian sebagai berikut: data hidrologi yang berupa data curah hujan pada tiga stasiun pencatat hujan, kemudian data teknis dari Sungai Sunter.
2. Perhitungan curah hujan daerah berdasarkan beberapa titik pengamatan curah hujan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Metode ini dipilih karena DAS Sunter termasuk kedalam kategori DAS kecil ( $<500 \text{ km}^2$ ).
3. Pengolahan data curah hujan dari tiga stasiun penangkar hujan terdekat untuk mengukur frekuensi curah hujan dengan 4 metode distribusi yaitu Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Type III dan Gumbel.
4. Dari 4 metode distribusi tersebut yang lolos parameter pengukuran dispersi kemudian diuji menggunakan uji Chi-kuadrat yang bertujuan untuk mengetahui kecocokan distribusi tersebut.
5. Menghitung koefisien limpasan ( C )

6. Menghitung waktu konsentrasi ( $t_c$ )
7. Menghitung intensitas hujan ( $I$ )
8. Menghitung intensitas curah hujan dengan metode Mononobe
9. Perhitungan analisa debit banjir rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu
10. Menghitung dan menganalisis dimensi saluran dengan menggunakan rumus Manning
11. Membandingkan  $Q_r$  dengan  $Q_s$ . Apabila  $Q_r$  perhitungan penulis lebih besar daripada kapasitas saluran  $Q_s$  ( $Q_r \geq Q_s$ ) harus direncanakan ulang dimensi saluran penampang sungai tersebut.
12. Lalu membandingkan  $Q_r$  perhitungan penulis dengan Laporan Review Desain Supervisi Normalisasi Sungai Sunter ( $Q_r \geq Q_r'$ )

### 3.6 Diagram Alur (Flowchart) Penelitian





**Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan**

Sumber : Penulis 2015

- \*) Untuk Analisa Jenis Distribusi Frekuensi Curah hujan, berikut ini syarat yang harus dipenuhi:
- Distribusi Gumbel,  $C_s \leq 1,1396$  dan  $C_k \leq 5,4002$
  - Log Normal,  $C_s = 3 C_v + C_v^2$  dan  $C_s = 0,8325$
  - Log-Pearson III,  $C_s \approx 0$
  - Normal  $C_s \approx 0$
- \*\*) Untuk Interpretasi hasil Uji Chi Kuadrat adalah sebagai berikut (Uji Satu Sisi), (Suripin: 2004):
- Apabila Peluang  $\geq 5 \%$  , maka persamaan distribusi diterima
  - Apabila ,  $1\% \leq \text{Peluang} < 5 \%$  , maka tidak mungkin mengambil keputusan, diperlukan data tambahan.
  - Peluang  $< 1 \%$  , maka persamaan distribusi tidak dapat diterima
- \*\*\*))  $Q_s$  = Debit saluran
- $Q_r$  = Debit rencana perhitungan penulis
- $Q_{r'}$  = Debit perhitungan proyek

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Data

##### 4.1.1 Letak Geografis dan Data Lokasi

Daerah Aliran Sungai (DAS) Sunter memiliki bentuk pipih dan memanjang dengan beberapa anak sungai yang bertemu di sungai Sunter. Karakteristik Sungai Sunter dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

**Tabel 4.1 Data Teknis Sungai Sunter**

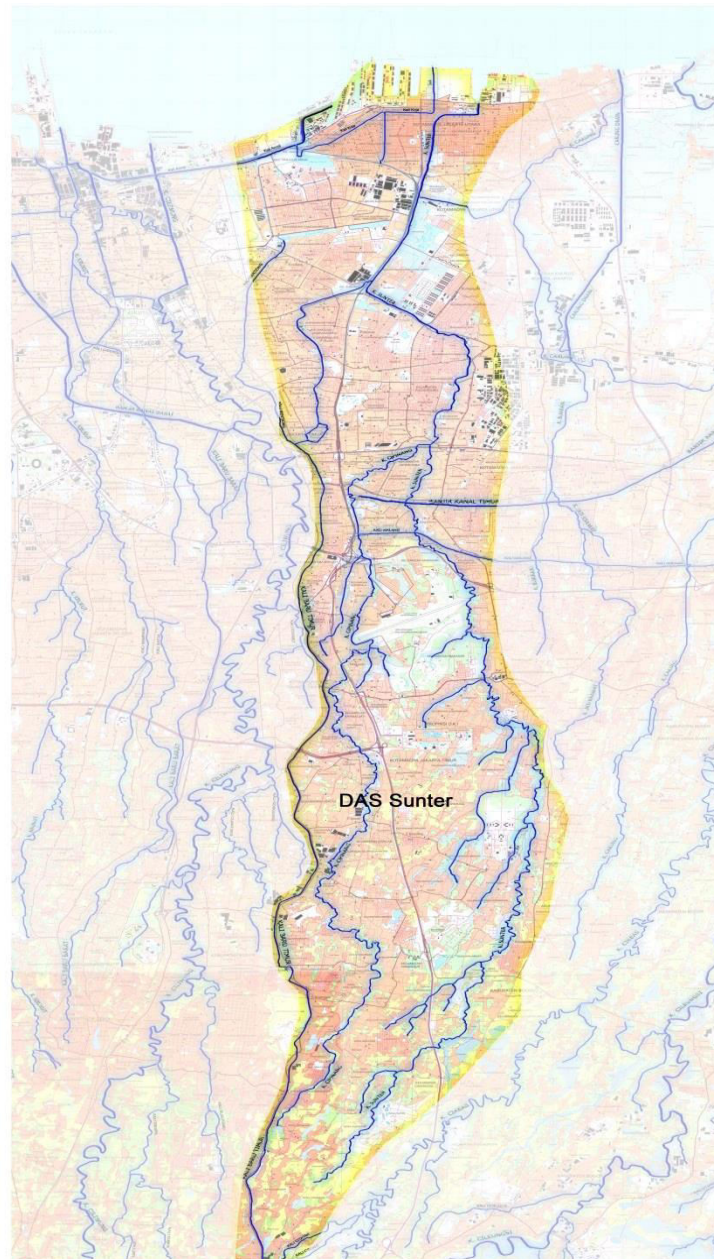
Profil Sungai Sunter		
Luas DAS	=	72 km <sup>2</sup>
Panjang sungai utama	=	36.66 km
Kemiringan rata-rata	=	0.003
Kapasitas existing alur	=	11 - 28 m <sup>3</sup> /det
Debit banjir rencana Q <sub>25</sub>	=	146 m <sup>3</sup> /det
Hulu sungai Sunter	=	Kelurahan Cimpaeun Kota Depok
Hilir sungai Sunter	=	Kecamatan Koja
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung – Cisadane		

Aliran Sungai Sunter juga melewati wilayah kelurahan Cipinang Melayu, Kecamatan Makassar yang merupakan bagian dari provinsi DKI Jakarta bagian Timur. Jakarta Timur terletak pada 106°49'35" Bujur Timur (BT) dan 06°10'37" Lintang Selatan (LS). Dengan luas wilayah sebesar 187,75 km<sup>2</sup> dan batas – batas wilayah sebagai berikut :

1. Sebelah Utara = Kota administrasi Jakarta Utara dan Jakarta Pusat
2. Sebelah Timur = Bekasi

3. Sebelah Selatan = Kota Depok
4. Sebelah Barat = Kota administrasi Jakarta Selatan

Batas *catchment area* Sungai Sunter dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 4.1 DAS Sunter**

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane



## **4.2 Analisis Curah Hujan**

### **4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum**

Untuk menganalisa curah hujan rencana dan debit rencana pada Sungai Sunter diperlukan data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (2005 - 2014) dari beberapa stasiun penakar hujan terdekat. Untuk penelitian ini data curah hujan yang digunakan diperoleh dari kantor Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kemayoran Jakarta dan Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC). Stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun hujan Halim Perdana Kusuma, Kemayoran, dan Tanjung Priok.

Data curah hujan yang digunakan adalah kumpulan data-data hujan harian yang diperinci setiap harinya. Data curah hujan tersebut diperoleh dari BMKG. Data yang paling maksimum dipilih dari kumpulan data-data hujan harian untuk dijadikan sebagai curah hujan bulanan. Data yang paling maksimum dari tiap bulannya tersebut dapat dipilih setelah didapat curah hujan bulanan pada tiap bulannya, setelah itu dapat dibuat menjadi curah hujan tahunan. Untuk perhitungan selanjutnya dibutuhkan curah hujan tahunan tersebut.

Berikut ini ialah data curah hujan maksimum bulanan pada 3 stasiun pencatat hujan yang digunakan

**Tabel 4.2 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma**

Tahun	Bulan												Max Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des	
2005	357	256	319	101	150	244	182	66	218	85	116	231	357
2006	294	348	381	322	272	54	45	0	1	12	46	336	381
2007	275	1081	51	311	53	1	322	65	27	168	126	534	1081
2008	273	547	264	386	107	108	45	68	61	79	228	149	547
2009	389	382	193	272	280	58	46	226	64	64	263	294	389
2010	403	270	151	109	275	142	84	137	347	519	245	177	519
2011	130	614	97	73	227	48	12	0	10	73	263	110	614
2012	561	250	254	156	98	93	1	0	TTU	99	269	364	561
2013	678	283	235	260	271	119	166	28	28	85	387	456	678
2014	855	456	348	232	182	158	197	24	24	0	340	344	855
Max Bulanan	855	1081	381	386	280	244	322	226	347	519	387	534	

Sumber : Pusat Data BMKG Kemayoran

**Tabel 4.3 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Kemayoran**

Tahun	Bulan												Max Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des	
2005	393	352	423	106	93	134	161	39	79	136	102	142	423
2006	390	289	300	316	85	31	53	0	0	11	27	112	390
2007	211	675	178	16	189	101	35	67	60	76	86	513	675
2008	227	678	212	218	26	51	10	36	97	86	114	154	678
2009	548	232	141	93	223	74	10	7	88	63	304	189	548
2010	377	223	243	27	88	134	250	151	256	381	143	124	381
2011	146	231	148	107	199	71	18	2	53	80	45	177	231
2012	259	111	178	196	79	67	21	0	20	20	315	224	315
2013	662	147	184	204	165	257	257	61	50	110	196	339	662
2014	916	744	164	165	52	167	214	40	0	51	65	236	916
Max Bulanan	916	744	423	316	223	257	257	151	256	381	315	513	

Sumber : Pusat Data BMKG Kemayoran

**Tabel 4.4 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Tanjung Priok**

Tahun	Bulan												Max Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des	
2005	391	458	296	53	77	141	18	57	60	45	59	51	458
2006	250	317	263	73	60	46	48	0	0	76	49	194	317
2007	133	642	129	145	127	42	10	61	34	19	90	706	706
2008	203	707	122	217	108	57	0	23	21	56	201	145	707
2009	473	368	90	51	164	38	16	7	25	24	215	164	473
2010	572	353	176	21	134	173	86	67	195	220	138	155	572
2011	258	184	105	34	157	78	53	14	3	58	114	132	258
2012	220	195	181	110	122	45	25	0	26	73	252	280	280
2013	626	212	173	132	276	112	188	117	70	83	104	262	626
2014	919	686	296	70	49	102	160	34	0	6	83	195	919
Max Bulanan	919	707	296	217	276	173	188	117	195	220	252	706	

Sumber : Pusat Data BMKG Kemayoran

Keterangan:

\*) Angka dalam tabel satuan mm.

TTU = data curah hujan hilang

(0) = data curah hujan tidak ada / tidak terjadi hujan pada bulan tersebut

#### 4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah

Dalam menentukan curah hujan tahunan daerah, sebelumnya perlu dilakukan kelengkapan data curah hujan dari 3 stasiun penakar hujan yang sudah ditentukan sebelumnya (Stasiun Halim Perdana Kusuma, Kemayoran, dan Tanjung Priok).

Untuk melengkapi data curah hujan yang hilang dengan menggunakan rumus

Metode Normal Ratio, yaitu :

$$\frac{p_{\text{halim pk}}}{N_{\text{halim pk}}} = \frac{1}{n} \left( \frac{p_{\text{kemayoran}}}{N_{\text{kemayoran}}} + \frac{p_{\text{tanjung priuk}}}{N_{\text{tanjung priuk}}} \right)$$

Keterangan:

$p$  = Curah hujan yang belum diketahui

$N$  = Curah hujan yang sudah diketahui

$n$  = Jumlah stasiun

#### 4.2.2.1 Melengkapi Data Curah Hujan

Untuk keperluan analisis hujan daerah, diperlukan data yang lengkap dari masing-masing stasiun. Seringkali pada suatu daerah ada pencatatan data hujan yang tidak lengkap atau hilang datanya. Jika ini terjadi, maka data hujan yang hilang tersebut harus dilengkapi terlebih dahulu. Berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari BMKG, terdapat kekosongan data (jumlah curah hujan tidak terukur). Kekosongan data tersebut adalah pada Stasiun Halim Perdana Kusuma, bulan September, tahun 2012. Untuk melengkapi tabel data curah hujan tersebut digunakan rumus Metode Normal Ratio.

**Tabel 4.5 Data Curah Hujan pada Bulan September**

September 2012			
	Halim Perdana Kusuma	Kemayoran	Tanjung Priok
$N$	195	124.17	127.42
$P$	-	20	26

Sumber: BMKG

$n$  = jumlah stasiun hujan = 3(tiga)

$$\frac{P_{\text{halim pk}}}{N_{\text{halim pk}}} = \frac{1}{n} \left( \frac{P_{\text{kemayoran}}}{N_{\text{kemayoran}}} + \frac{P_{\text{tanjung priuk}}}{N_{\text{tanjung priuk}}} \right)$$

$$\frac{P_{\text{halim pk}}}{195,00} = \frac{1}{3} \left( \frac{20}{124,17} + \frac{26}{127,42} \right)$$

$$P_{\text{halim pk}} = \frac{1}{3} \left( \frac{20}{124,17} + \frac{26}{127,42} \right) \cdot 195,00$$

$$P_{\text{halim pk}} = 23,73 \text{ mm}$$

Setelah dihitung nilai curah hujan yang kosong, masukkan kembali ke dalam tabel data curah hujan sesuai dengan stasiun hujan masing – masing.

**Tabel 4.6 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma**

Tahun	Bulan												Max Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des	
2005	357	256	319	101	150	244	182	66	218	85	116	231	357
2006	294	348	381	322	272	54	45	0	1	12	46	336	381
2007	275	1081	51	311	53	1	322	65	27	168	126	534	1081
2008	273	547	264	386	107	108	45	68	61	79	228	149	547
2009	389	382	193	272	280	58	46	226	64	64	263	294	389
2010	403	270	151	109	275	142	84	137	347	519	245	177	519
2011	130	614	97	73	227	48	12	0	10	73	263	110	614
2012	561	250	254	156	98	93	1	0	23.73	99	269	364	561
2013	678	283	235	260	271	119	166	28	28	85	387	456	678
2014	855	456	348	232	182	158	197	24	24	0	340	344	855
Max Bulanan	855	1081	381	386	280	244	322	226	347	519	387	534	

Sumber : Perhitungan

Analisa dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Metode ini biasanya digunakan untuk daerah yang datar, dengan jumlah pos curah, hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah hujan di daerah tersebut cenderung bersifat seragam (*uniform distribution*). Oleh karena data hujan yang diperoleh merupakan hujan titik dari stasiun hujan maka harus dianalisa untuk menjadi hujan daerah dengan mempertimbangkan data dari ketiga stasiun hujan tersebut.

Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin, 2004, hal: 27):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n}$$

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat (mm)

$P_1, \dots, P_n$  = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)

$n$  = Jumlah stasiun pengukuran

Nilai hujan rata-ratanya maksimum diambil sebagai curah hujan areal Sungai

Sunter

Contoh perhitungan curah hujan maksimum menggunakan metode rata-rata aljabar sebagai berikut:

$$P_{2005} = \frac{357 + 423 + 458}{3} = 412.67 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya curah hujan maksimum dengan menggunakan metode rata-rata aljabar dapat dilihat di bawah ini:

**Tabel 4.7 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2005-2014)**

Tahun	Stasiun Halim Perdana Kusuma	Stasiun Kemayoran	Stasiun Tanjung Priok	P rencana (mm)
<b>2005</b>	357	423	458	412.67
<b>2006</b>	381	390	317	362.67
<b>2007</b>	1081	675	706	820.67
<b>2008</b>	547	678	707	644.00
<b>2009</b>	389	548	473	470.00
<b>2010</b>	519	381	572	490.67
<b>2011</b>	614	231	258	367.67
<b>2012</b>	561	315	280	385.33
<b>2013</b>	678	662	626	655.33
<b>2014</b>	855	916	919	896.67
			$\Sigma$	5505.67

Sumber: Perhitungan

**Tabel 4.8 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari-Desember)**

<b>Bulan</b>	<b>Stasiun Halim Perdana Kusuma</b>	<b>Stasiun Kemayoran</b>	<b>Stasiun Tanjung Priok</b>	<b>P rencana (mm)</b>
<b>Jan</b>	855	916	919	896.67
<b>Feb</b>	1081	744	707	844.00
<b>Mar</b>	381	423	296	366.67
<b>Apr</b>	386	316	217	306.33
<b>May</b>	280	223	276	259.67
<b>Jun</b>	244	257	173	224.67
<b>Jul</b>	322	257	188	255.67
<b>Aug</b>	226	151	117	164.67
<b>Sept</b>	347	256	195	266.00
<b>Oct</b>	519	381	220	373.33
<b>Nov</b>	387	315	252	318.00
<b>Dec</b>	534	513	706	584.33
			$\Sigma$	4860

Sumber: Perhitungan

### 4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan

Untuk penentuan curah hujan yang akan dipakai dalam menghitung besarnya debit banjir rencana berdasarkan analisa distribusi curah hujan, awalnya dengan pengukuran dispersi dilanjutkan pengukuran dispersi dengan logaritma untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan dan kemudian pengujian kecocokan sebaran dengan menggunakan uji chi-kuadrat. Dari hasil perhitungan curah hujan maksimum tahunan dengan metode rata-rata aljabar diatas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum harian guna menentukan debit banjir rencana.

### 4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi

**Tabel 4.9 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal**

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM				
		DISTRIBUSI NORMAL				
		Xi (mm)	(Xi - X)	(Xi-Xr) <sup>2</sup>	(Xi-Xr) <sup>3</sup>	(Xi-Xr) <sup>4</sup>
1	2005	412.67	-137.90	19016.41	-2622362.94	361623849.29
2	2006	362.67	-187.90	35306.41	-6634074.44	1246542587.09
3	2007	820.67	270.10	72954.01	19704878.10	5322287575.08
4	2008	644.00	93.43	8729.79	815653.17	76209194.65
5	2009	470.00	-80.57	6490.99	-522957.25	42132922.33
6	2010	490.67	-59.90	3588.01	-214921.80	12873815.76
7	2011	367.67	-182.90	33452.41	-6118445.79	1119063734.81
8	2012	385.33	-165.23	27302.05	-4511209.46	745402176.89
9	2013	655.33	104.77	10976.05	1149924.64	120473771.17
10	2014	896.67	346.10	119785.21	41457661.18	14348496534.74
<b>Jumlah</b>		5505.67	0.00	337601.34	42504145.41	23395106161.80
<b>Rata-rata</b>		550.57				

Sumber: Perhitungan

#### a. Perhitungan Dispersi Distribusi Normal

- Nilai rata-rata curah hujan:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{5505.67}{10} = 550.57 \text{ mm}$$

- Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{rt})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{337601.34}{10 - 1}} = 193.68$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{193.68}{550.57} = 0.352$$

- Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - X_{rt})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10) \cdot (42504145.41)}{(10 - 1)(10 - 2)193.68^3} = 0.81$$



- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X}_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \cdot 23395106161.80}{(10-1)(10-2)(10-3)193.68^4}$$

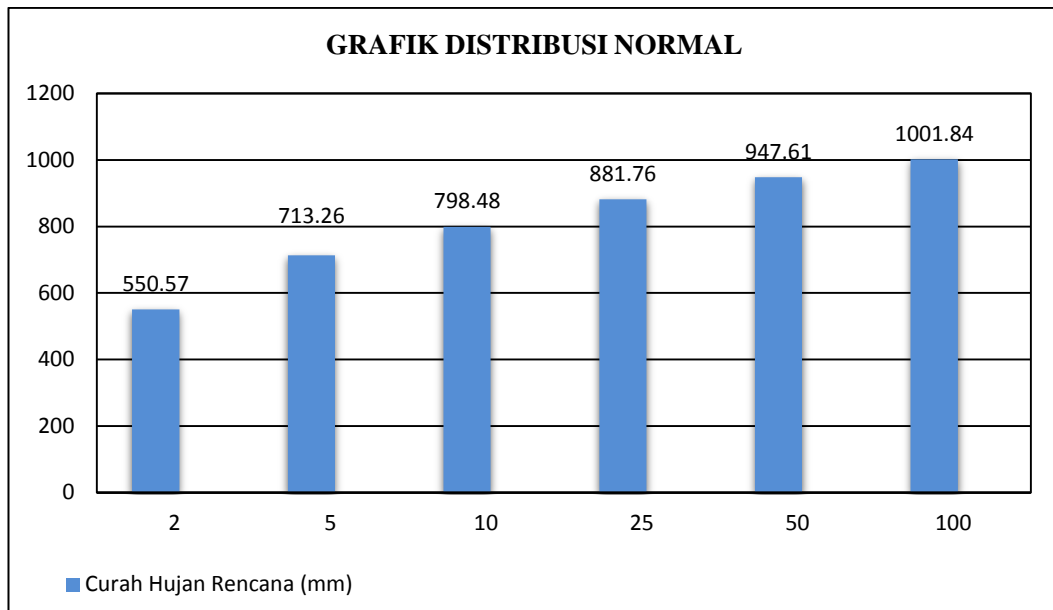
$$= 3.30$$

Lalu digunakan persamaan  $X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$  dan harga variabel reduksi Gauss pada Tabel 2.2, dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu, sebagai berikut :

1.  $T_2 = 550.57 + 0 \times 193.68 = 550.57 \text{ mm}$
2.  $T_5 = 550.57 + 0.84 \times 193.68 = 713.26 \text{ mm}$
3.  $T_{10} = 550.57 + 1.28 \times 193.68 = 798.48 \text{ mm}$
4.  $T_{25} = 550.57 + 1.71 \times 193.68 = 881.76 \text{ mm}$
5.  $T_{50} = 550.57 + 2.05 \times 193.68 = 947.61 \text{ mm}$
6.  $T_{100} = 550.57 + 2.33 \times 193.68 = 1001.84 \text{ mm}$

**Tabel 4.10 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Normal**

No.	Periode Ulang T (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1.	2	550.57
2.	5	713.26
3.	10	798.48
4.	25	881.76
5.	50	947.61
6.	100	1001.84



**Gambar 4.2 Grafik Distribusi Normal**

**Tabel 4.11 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal**

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM				
		DISTRIBUSI LOG NORMAL				
		Xi(mm)	Log Xi	(Log Xi-Log X) <sup>2</sup>	(Log Xi-Log X) <sup>3</sup>	(Log Xi-Log X) <sup>4</sup>
1	2005	412.67	2.615	0.011	-0.001	0.000
2	2006	362.67	2.559	0.025	-0.004	0.001
3	2007	820.67	2.914	0.038	0.008	0.001
4	2008	644.00	2.808	0.008	0.001	0.000
5	2009	470.00	2.672	0.002	0.000	0.000
6	2010	490.67	2.690	0.001	0.000	0.000
7	2011	367.67	2.565	0.023	-0.004	0.001
8	2012	385.33	1.585	0.018	-0.002	0.000
9	2013	655.33	2.816	0.010	0.001	0.000
10	2014	896.67	2.952	0.055	0.013	0.003
<b>Jumlah</b>		5505.67	27.18	0.191	0.011	0.006
<b>Rata-rata</b>		550.57	2.72			

Sumber: Perhitungan

#### **b. Perhitungan Dispersi Log Normal**

- Nilai rata-rata curah hujan:

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Log } x}{n} = \frac{27.18}{10} = 2.72 \text{ mm}$$

- Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X_{rt})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0.191}{10 - 1}} = 0.15$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\log x} = \frac{0.146}{2.72} = 0.054$$

- Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum (\log X_i - \log X_{rt})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10)(0.011)}{(10 - 1)(10 - 2)0.146^3} = 0,491$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - X_{rt})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{(10^2)(0.006)}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)0.146^4} = 2.62$$

Lalu digunakan persamaan  $Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S$  dan harga variabel reduksi Gauss pada Tabel 2.2, dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu, sebagai berikut :

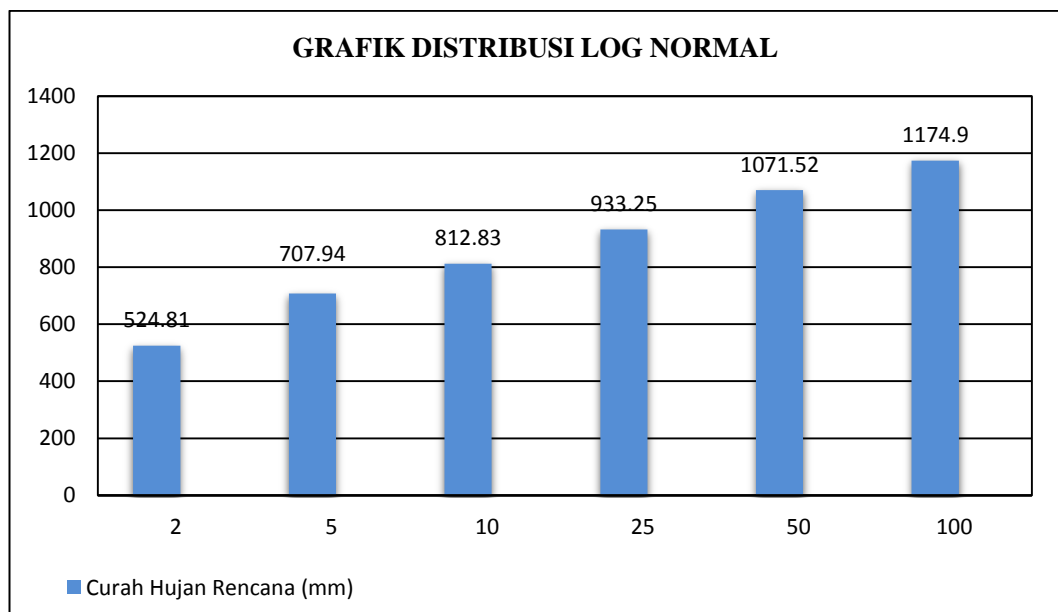
1.  $T_2 = 2.72 + 0 \times 0.15 = 2.72 \text{ mm}$   
 $X_2 = 10^{2.72} = 524.81$
2.  $T_5 = 2.72 + 0.84 \times 0.15 = 2.85 \text{ mm}$   
 $X_5 = 10^{2.85} = 707.94$
3.  $T_{10} = 2.72 + 1.28 \times 0.15 = 2.91 \text{ mm}$   
 $X_{10} = 10^{2.91} = 812.83$
4.  $T_{25} = 2.72 + 1.71 \times 0.15 = 2.97 \text{ mm}$   
 $X_{25} = 10^{2.97} = 933.25$
5.  $T_{50} = 2.72 + 2.05 \times 0.15 = 3.03 \text{ mm}$   
 $X_{50} = 10^{3.03} = 1071.52$

$$6. \quad T_{100} = 2.72 + 2.33 \times 0.15 = 3.07 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 10^{3.07} = 1174.90$$

**Tabel 4.12 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Normal**

No.	Periode Ulang T (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1.	2	524.81
2.	5	707.94
3.	10	812.83
4.	25	933.25
5.	50	1071.52
6.	100	1174.90



**Gambar 4.3 Grafik Distribusi Log Normal**

**Tabel 4.13 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Pearson III**

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM				
		DISTRIBUSI LOG PEARSON III				
		Xi(mm)	Log Xi	(Log Xi-Log X) <sup>2</sup>	(Log Xi-Log X) <sup>3</sup>	(Log Xi-Log X) <sup>4</sup>
1	2005	412.67	2.615	0.011	-0.001	0.000
2	2006	362.67	2.559	0.025	-0.004	0.001
3	2007	820.67	2.914	0.038	0.008	0.001
4	2008	644.00	2.808	0.008	0.001	0.000
5	2009	470.00	2.672	0.002	0.000	0.000
6	2010	490.67	2.690	0.001	0.000	0.000
7	2011	367.67	2.565	0.023	-0.004	0.001
8	2012	385.33	1.585	0.018	-0.002	0.000
9	2013	655.33	2.816	0.010	0.001	0.000
10	2014	896.67	2.952	0.055	0.013	0.003
<b>Jumlah</b>		5505.67	27.18	0.191	0.011	0.006
<b>Rata-rata</b>		550.57	2.72			

Sumber: Perhitungan

**c. Perhitungan Dispersi Log Pearson III**

- Nilai rata-rata curah hujan:

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Log } x}{n} = \frac{27.18}{10} = 2.72 \text{ mm}$$

- Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0.191}{10 - 1}} = 0.15$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } x} = \frac{0.146}{2.72} = 0.054$$

- Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10)(0.011)}{(10 - 1)(10 - 2)0.146^3} = 0,491$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - X_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{(10^2)(0.006)}{(10-1)(10-2)(10-3)0.146^4} = 2.62$$

Nilai K dapat ditentukan berdasarkan hasil perhitungan Cs yang akan dicocokkan pada *lampiran 3 hal. 94* Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III. Sehingga didapatkan nilai variabel standar (k) untuk periode ulang yang dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut:

**Tabel 4.14 Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson III**

No.	Periode Ulang T (tahun)	Cs	K
1.	2	0.5	-0.083
2.	5	0.5	0.808
3.	10	0.5	1.323
4.	25	0.5	1.71
5.	50	0.5	2.311
6.	100	0.5	2.686

Perhitungan logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus persamaan :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K.S$$

1. Curah hujan untuk T = 2 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2.72 + -0.083 \times 0.15 = 2.71 \text{ mm}$$

$$X_2 = 10^{2.71} = 512.86$$

2. Curah hujan untuk T = 5 tahun

$$\text{Log } X_5 = 2.72 + 0.084 \times 0.15 = 2.73 \text{ mm}$$

$$X_5 = 10^{2.73} = 573.03$$

3. Curah hujan untuk  $T = 10$  tahun

$$\text{Log } X_{10} = 2.72 + 1.323 \times 0.15 = 2.92 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 10^{2.92} = 831.76$$

4. Curah hujan untuk  $T = 25$  tahun

$$\text{Log } X_{25} = 2.72 + 1.71 \times 0.15 = 2.98 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 10^{2.98} = 954.99$$

5. Curah hujan untuk  $T = 50$  tahun

$$\text{Log } X_{50} = 2.72 + 2.311 \times 0.15 = 3.07 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 10^{3.07} = 1174.90$$

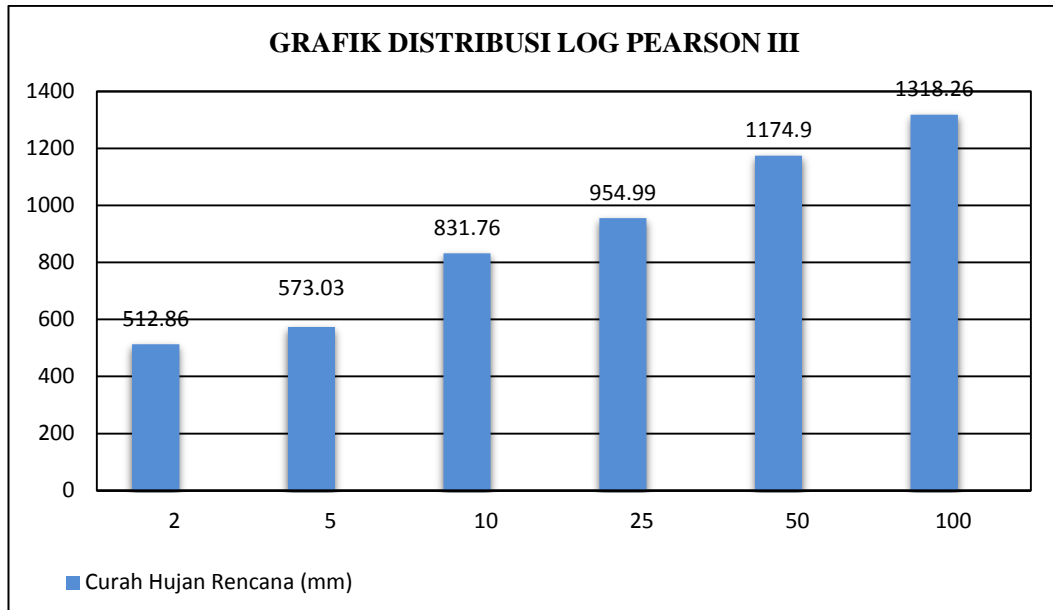
6. Curah hujan untuk  $T = 100$  tahun

$$\text{Log } X_{100} = 2.72 + 2.686 \times 0.15 = 3.12 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 10^{3.12} = 1318.26$$

**Tabel 4.15 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Pearson III**

No.	Periode Ulang T (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1.	2	512.86
2.	5	573.03
3.	10	831.76
4.	25	954.99
5.	50	1174.90
6.	100	1318.26



**Gambar 4.4 Grafik Distribusi Log Pearson III**

**Tabel 4.16 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Gumbel**

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM				
		DISTRIBUSI GUMBEL				
		Xi (mm)	(Xi - X)	(Xi-Xr) <sup>2</sup>	(Xi-Xr) <sup>3</sup>	(Xi-Xr) <sup>4</sup>
1	2005	412.67	-137.90	19016.41	-2622362.94	361623849.29
2	2006	362.67	-187.90	35306.41	-6634074.44	1246542587.09
3	2007	820.67	270.10	72954.01	19704878.10	5322287575.08
4	2008	644.00	93.43	8729.79	815653.17	76209194.65
5	2009	470.00	-80.57	6490.99	-522957.25	42132922.33
6	2010	490.67	-59.90	3588.01	-214921.80	12873815.76
7	2011	367.67	-182.90	33452.41	-6118445.79	1119063734.81
8	2012	385.33	-165.23	27302.05	-4511209.46	745402176.89
9	2013	655.33	104.77	10976.05	1149924.64	120473771.17
10	2014	896.67	346.10	119785.21	41457661.18	14348496534.74
<b>Jumlah</b>		5505.67	0.00	337601.34	42504145.41	23395106161.80
<b>Rata-rata</b>		550.57				

Sumber: Perhitungan

**d. Perhitungan Dispersi Distribusi Gumbel**

- Nilai rata-rata curah hujan:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{5505.67}{10} = 550.57 \text{ mm}$$



- Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{337601.34}{10 - 1}} = 193.68$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{193.68}{550.57} = 0.352$$

- Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum(X_i - X_{rt})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10) \cdot (42504145.41)}{(10 - 1)(10 - 2)193.68^3} = 0.81$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum(X_i - X_{rt})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{10^2 \cdot 23395106161.80}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)193.68^4} = 3.30$$

Pada distribusi Gumbel, setelah memperoleh nilai rata – rata curah hujan dan simpangan baku, kemudian dicari nilai *Reduced Mean* ( $Y_n$ ), *Reduced Standard Deviation* ( $S_n$ ) dan *Reduced Variate* ( $Y_{Tr}$ ) pada tabel 2.4 hal. 22. Rumus yang digunakan dalam distribusi Gumbel adalah sebagai berikut:

$$X_{Tr} = \bar{X} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \times S$$

n	= 10
$Y_n$	= 0.4952
$S_n$	= 0.9496
$Y_{Tr}$ ( T= 2 tahun)	= 0.3668
$Y_{Tr}$ ( T= 5 tahun)	= 1.5004
$Y_{Tr}$ ( T= 10 tahun)	= 2.2510
$Y_{Tr}$ ( T= 25 tahun)	= 3.1993

$$Y_{Tr} (T= 50 \text{ tahun}) = 3.9028$$

$$Y_{Tr} (T= 100 \text{ tahun}) = 4.6012$$

- Curah hujan untuk T = 2 tahun

$$X_{Tr} = 550.57 + \frac{0.3668-0.4952}{0.9496} \times 193.68 = 524.38$$

- Curah hujan untuk T = 5 tahun

$$X_{Tr} = 550.57 + \frac{1.5004-0.4952}{0.9496} \times 193.68 = 755.59$$

- Curah hujan untuk T = 10 tahun

$$X_{Tr} = 550.57 + \frac{2.2510-0.4952}{0.9496} \times 193.68 = 908.68$$

- Curah hujan untuk T = 25 tahun

$$X_{Tr} = 550.57 + \frac{3.1993-0.4952}{0.9496} \times 193.68 = 1102.10$$

- Curah hujan untuk T = 50 tahun

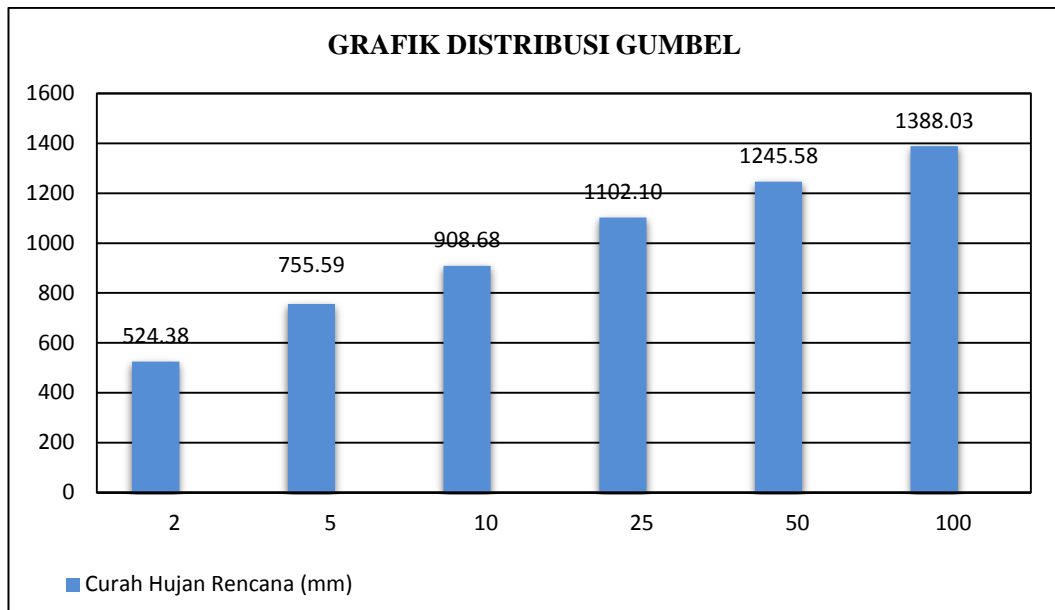
$$X_{Tr} = 550.57 + \frac{3.9028-0.4952}{0.9496} \times 193.68 = 1245.58$$

- Curah hujan untuk T = 100 tahun

$$X_{Tr} = 550.57 + \frac{4.6012-0.4952}{0.9496} \times 193.68 = 1388.03$$

**Tabel 4.17 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Gumbel**

No.	Periode Ulang T (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1.	2	524.38
2.	5	755.59
3.	10	908.68
4.	25	1102.10
5.	50	1245.58
6.	100	1388.03



**Gambar 4.5 Grafik Distribusi Gumbel**

Perbandingan hasil pengukuran dispersi distribusi Normal dan Gumbel serta distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 4.18 Perbandingan Hasil Dispersi**

No	Dispersi	Hasil Dispersi			
		Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	S	193.68	0.146	0.146	193.68
2	Cs	0.81	0.491	0.491	0.81
3	Ck	3.30	2.62	2.62	3.30
4	Cv	0.352	0.054	0.054	0.352

Sumber: Perhitungan

Penentuan jenis sebaran yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dan logaritmik dengan syarat masing-masing sebaran.

Adapun hasil uji distribusi dapat dilihat pada tabel 4.19 di bawah ini:

**Tabel 4.19 Hasil Uji Distribusi**

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	0.81	Tidak
	$C_k = 3$	3.30	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3 = 0.087$	0.491	Tidak
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3.01$	2.62	Memenuhi
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	0.491	Memenuhi
	$C_k \neq 0$	2.62	
Gumbel	$C_s = 1.14$	0.81	Tidak
	$C_k = 5.4$	3.30	Memenuhi

Sumber: Perhitungan

Dapat dilihat pada tabel di atas metode Log Pearson Type III adalah metode yang paling mendekati parameter yang disyaratkan. Selanjutnya metode Log Pearson Type III akan diuji dengan menggunakan uji kecocokan distribusi untuk mengetahui apakah memenuhi syarat perencanaan.

#### 4.3.2 Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-kuadrat dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi. Uji ini diperlukan untuk mengetahui kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Pengujian distribusi terpilih yaitu metode Log Pearson Type III terhadap uji Chi-kuadrat ialah sebagai berikut:

- $G = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 10 = 4,3 \sim 4$
- Derajat Kebebasan:  

$$DK = 4 - R - I = 4 - 2 - 1 = 1$$
- $E_i = \frac{N}{G} = \frac{10}{4} = 2,5$
- $\Delta X = \frac{(X_{\max} - X_{\min})}{G-1} = \frac{2.952 - 2.559}{4-1} = 0.131$
- $X_{\text{awal}} = X_{\min} - \frac{1}{2} \Delta X = 2.559 - 0.0655 = 2.4935$

**Tabel 4.20 Uji Chi-kuadrat**

Nilai Batas Tiap Kelas	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
2.4935 < X <sub>i</sub> < 2.6245	4	2.5	2.25	0.9
2.6245 < X <sub>i</sub> < 2.7555	2	2.5	0.25	0.1
2.7555 < X <sub>i</sub> < 2.8865	2	2.5	0.25	0.1
2.8865 < X <sub>i</sub> < 3.0175	2	2.5	0.25	0.1
<b>Jumlah</b>	10	10	3	1.2

Sumber: Perhitungan

Dengan menggunakan signifikansi  $DK = 1$  dan  $(\alpha) = 0.05$  diperoleh nilai Chi Kuadrat kritis  $X^2 = 3.841$ . Dari hasil perhitungan diatas diperoleh  $X^2$  hitung = 1.2 <  $X^2$  tabel = 3.841, maka distribusi memenuhi syarat.

### 4.3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun dilakukan dengan menggunakan metode distribusi terpilih yaitu metode distribusi Log Pearson Type III.

Rumus Log Pearson Type III ialah:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.S$$

Dimana:

$X_T$  = curah hujan rencana dalam periode ulang n tahun (mm)

S = standar deviasi

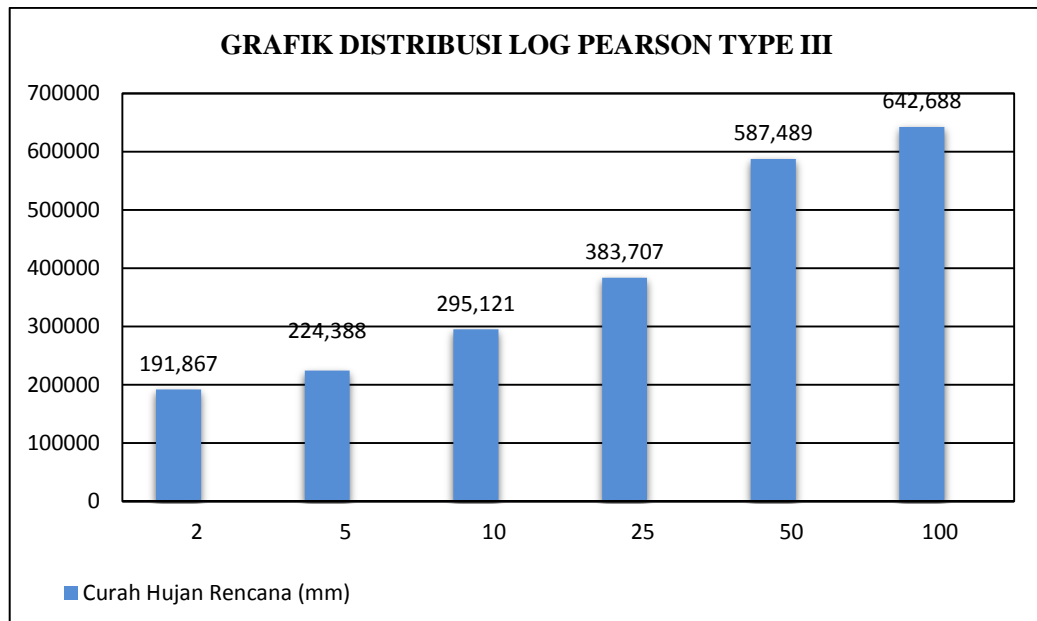
K = koefisien kemencengan distribusi Log Pearson Type III

$\bar{X}$  = curah hujan rata-rata hasil pengamatan (mm)

**Tabel 4.21 Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III**

NO	Periode Ulang (T)	Rata-rata Log Xi	S	Cs	K Log Pearson	Log Pearson Type III	
						Log Xi	P rencana (mm)
1	2	2.718	0.145	0.498	-0.083	2.706	191.867
2	5	2.718	0.145	0.498	0.808	2.835	224.388
3	10	2.718	0.145	0.498	1.323	2.910	295.121
4	25	2.718	0.145	0.498	1.710	2.967	383.707
5	50	2.718	0.145	0.498	2.311	3.054	587.489
6	100	2.718	0.145	0.498	2.686	3.109	642.688

Sumber: Perhitungan



**Gambar 4.6 Grafik Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III**

#### 4.3.4 Distribusi Hujan Jam-jaman

Menurut (Bambang Triatmodjo:2008) dalam penelitian Hari Indra Prayoga (2004) mengenai pola distribusi hujan terhadap banjir rancangan, menyatakan bahwa tinggi hujan  $75 \leq P \leq 100$  mm dan  $P > 100$  mm lebih sering terjadi dengan durasi 6 jam. Pola pembagian hujan terpusat di daerah studi adalah 6 jam setiap harinya (Indonesia rata-rata waktu konsentrasi hujan  $t = 6$  jam). Maka pada penelitian ini distribusi hujan ditentukan dengan durasi 6 jam. Dalam menghitung distribusi curah hujan jam-jaman untuk suatu DAS menggunakan rumus Mononobe yaitu:

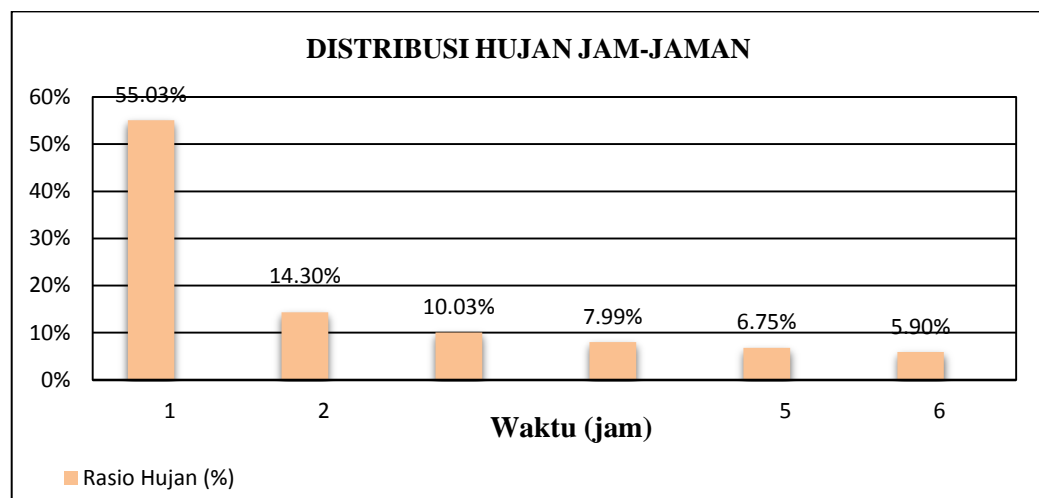
$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Berikut ini adalah perhitungan distribusi hujan jam-jaman untuk durasi 6 jam dan  $R_{24}$ . Intensitas curah hujan dihitung dengan  $T_d = \Delta t$ ,  $T_d = 2 \Delta t$ ,  $T_d = 3 \Delta t$ , dan seterusnya.

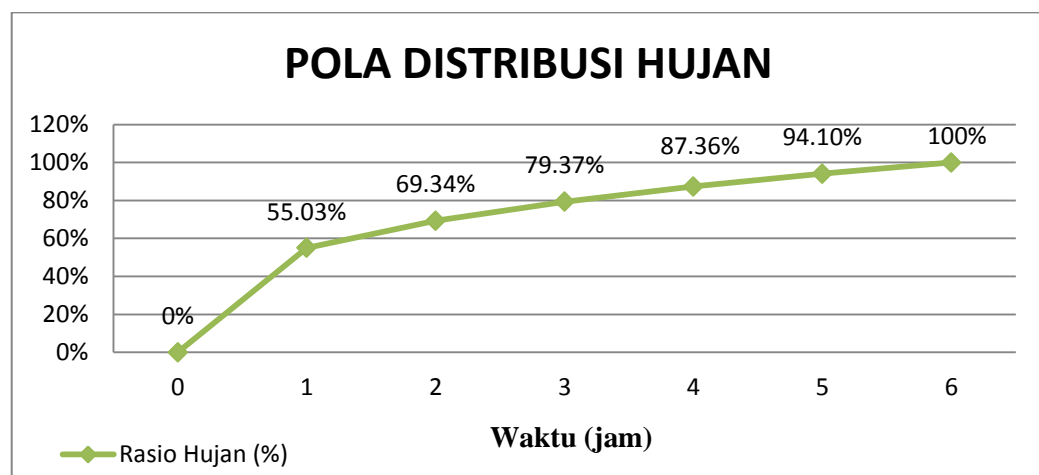
Tabel 4.22 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman

$T_d$ (jam)	$\Delta t$ (jam)	$I_t$ (mm/jam)	$I_t \cdot T_d$	$\Delta P$	RASIO (%)	KUMULATIF (%)
1	0~1	19.29	19.29	19.29	55.03	55.03
2	1~2	12.15	24.30	5.01	14.30	69.34
3	2~3	9.27	27.82	3.52	10.03	79.37
4	3~4	7.65	30.62	2.80	7.99	87.36
5	4~5	6.60	32.98	2.36	6.75	94.10
6	5~6	5.84	35.05	2.07	5.90	100.00
<b>JUMLAH</b>				35.05	100.00	

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.7 Distribusi Hujan Jam-jaman



Gambar 4.8 Pola Distribusi Hujan



Di bawah ini adalah perhitungan curah hujan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun dalam durasi hujan selama 6 jam.

**Tabel 4.23 Perhitungan Hujan Jam-jaman Berbagai Periode Ulang**

JAM KE	RASIO (%)	HUJAN JAM -JAMAN (mm)					
		2 th	5 th	10 th	25 th	50 th	100 th
		<b>191.87</b>	<b>224.39</b>	<b>295.12</b>	<b>383.71</b>	<b>587.49</b>	<b>642.69</b>
1	55.03	105.59	123.49	162.41	211.16	323.31	353.69
2	14.30	27.44	32.10	42.21	54.89	84.03	91.93
3	10.03	19.25	22.51	29.61	38.50	58.95	64.49
4	7.99	15.33	17.92	23.57	30.65	46.93	51.34
5	6.75	12.94	15.14	19.91	25.88	39.63	43.35
6	5.90	11.31	13.23	17.40	22.62	34.64	37.90

Sumber: Perhitungan

#### 4.4 Koefisien Limpasan

Untuk menghitung koefisien limpasan pada Sungai Sunter diperlukan data penggunaan tata guna lahan. Adapun luasnya 72 km<sup>2</sup>. Berdasarkan data tata guna lahan Sungai Sunter maka koefisien limpasan dapat dihitung sebagai berikut:

**Tabel 4.24 Data Tata Guna Lahan Sungai Sunter**

No.	Jenis Tata Guna Lahan	Ai (km <sup>2</sup> )	Ci
1	Taman	34.97	0.30
2	Permukiman	26.21	0.55
3	Bisnis	6.00	0.90
4	Jalan Aspal	9.00	0.90

$$C_{DAS} = \frac{(34.97 \times 0,30) + (26.21 \times 0.55) + (6.00 \times 0.90) + (9.00 \times 0.90)}{34.97 + 26.21 + 6.00 + 9.00}$$

$$C_{DAS} = 0.50$$

Dari perhitungan koefisien limpasan diatas diketahui bahwa 0.50 atau 50% dari air hujan yang turun akan melimpas ke permukaan yang kemudian akan mengalir menuju daerah hilir.

#### 4.5 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Menurut rumus Kirpich (1940) untuk menghitung waktu konsentrasi, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$T_c = \left( \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385}$$

Panjang sungai (L) = 36660 m

Kemiringan sungai (S) = 0.003

$$T_c = \left( \frac{0.87 \times 36660^2}{1000 \times 0.003} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 2029.791 \text{ menit} \sim 33.83 \text{ jam}$$

#### 4.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Menurut perhitungan debit banjir rencana yang dilakukan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*).
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*).
- Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograf*).
- Luas daerah pengaliran.
- Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).

Dalam perhitungan debit banjir metode HSS Nakayasu, beberapa data dan parameter hitungan berdasarkan karakteristik Sungai Sunter ditetapkan sebagai berikut:

- Luas DAS (A)  $= 72 \text{ km}^2$
- Panjang sungai utama  $= 36,66 \text{ km}$
- Panjang sungai tingkat 1  $= 3,37 \text{ km}$
- Panjang sungai semua tingkat  $= 40,03 \text{ km}$
- Kemiringan sungai  $= 0,003 \text{ m}$
- Jumlah pertemuan sungai (JN)  $= 8$
- Koefisien karakteristik DAS ( $\alpha$ )  $= 2$
- Hujan satuan ( $R_o$ )  $= 1 \text{ mm}$

Untuk menentukan waktu konsentrasi hujan ( $t_g$ ) dapat digunakan persamaan:

$$t_g = 0,40 + 0,058 L \text{ (untuk } L > 15 \text{ km)}$$

$$t_g = 0,40 + 0,058 \times 36,66$$

$$t_g = 2,53$$

Untuk menentukan satuan waktu dari curah hujan ( $t_r$ ) dapat digunakan persamaan:

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 \times 2,53$$

$$t_r = 1,89$$

Masukan nilai  $t_g$  dan  $t_r$ , Untuk menentukan tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir ( $T_p$ ) dengan persamaan:

$$T_p = t_g + 0,8 t_r$$

$$T_p = 2,53 + 0,8 (1,89)$$

$$T_p = 4,04$$

Dan masukan nilai  $t_g$ , Untuk menentukan waktu yang diperlukan oleh penurunan debit ( $T_{0,3}$ ) dengan persamaan:

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g$$

$$T_{0,3} = 2 \times 2,53$$

$$T_{0,3} = 3,24$$

Setelah semua nilai diperoleh, dapat dimasukkan kedalam perhitungan  $Q_p$  untuk periode ulang 2 tahun:

$$Q_p = \frac{A \times R_o}{3,6 (0,3 t_p + T_{0,3})}$$

$$Q_p = \frac{72 \times 1}{3,6 (0,3 \times 4,04 + 3,24)}$$

$$Q_p = 3,241$$

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetisnya adalah:

- a. Bagian lengkung naik untuk  $0 \leq t \leq T_p = 4,042$

$$Q_t = Q_p \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2,4}$$

$$Q_t = 3,241 \left[ \frac{0}{4,04} \right]^{2,4}$$

$$Q_t = 0$$

Selanjutnya akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>
0,000	0,000
1,000	0,113
2,000	0,599
3,000	1,585
4,000	3,161
4,042	3,241

Sumber : Perhitungan

- b. Bagian lengkung turun untuk ( $T_p = 4,042 < t < T_p + T_{0,3} = 9,095$ )

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

$$Q_r = 3,241 \times 0,3^{(5-4,042)/3,24}$$

$$Q_r = 2,580$$

Selanjutnya akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>
5,000	2,580
6,000	2,033
7,000	1,602
8,000	1,262
9,000	0,994
9,095	0,972

Sumber : Perhitungan

- c. Bagian lengkung turun untuk ( $T_p + T_{0,3} = 9,095 < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 16,673$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

$$Q_t = 3,241 \times 0,3^{[(10-4,042)+(0,5 \times 3,24)]/(1,5 \times 3,24)}$$

$$Q_t = 0,842$$

Selanjutnya akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>
10,000	0,842
11,000	0,718
12,000	0,613
13,000	0,523
14,000	0,446
15,000	0,381
16,000	0,325
16,673	0,292

Sumber : Perhitungan

d. Bagian lengkung turun untuk ( $t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 16,673$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

$$Q_t = 3,241 \times 0,3^{[(17-4,042)+(1,5 \times 3,24)]/(2 \times 3,24)}$$

$$Q_t = 0,281$$

Selanjutnya akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>	<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>	<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>	<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>
17,000	0,281	31,000	0,053	45,000	0,010	59,000	0,002
18,000	0,249	32,000	0,047	46,000	0,009	60,000	0,002
19,000	0,221	33,000	0,042	47,000	0,008	61,000	0,001
20,000	0,196	34,000	0,037	48,000	0,007	62,000	0,001
21,000	0,174	35,000	0,033	49,000	0,006	63,000	0,001
22,000	0,155	36,000	0,029	50,000	0,006	64,000	0,001
23,000	0,137	37,000	0,026	51,000	0,005	65,000	0,001
24,000	0,122	38,000	0,023	52,000	0,004	66,000	0,001
25,000	0,108	39,000	0,020	53,000	0,004	67,000	0,001
26,000	0,096	40,000	0,018	54,000	0,003	68,000	0,001
27,000	0,085	41,000	0,016	55,000	0,003	69,000	0,001
28,000	0,076	42,000	0,014	56,000	0,003	70,000	0,001
29,000	0,067	43,000	0,013	57,000	0,002	71,000	0,000
30,000	0,060	44,000	0,011	58,000	0,002		

Sumber : Perhitungan

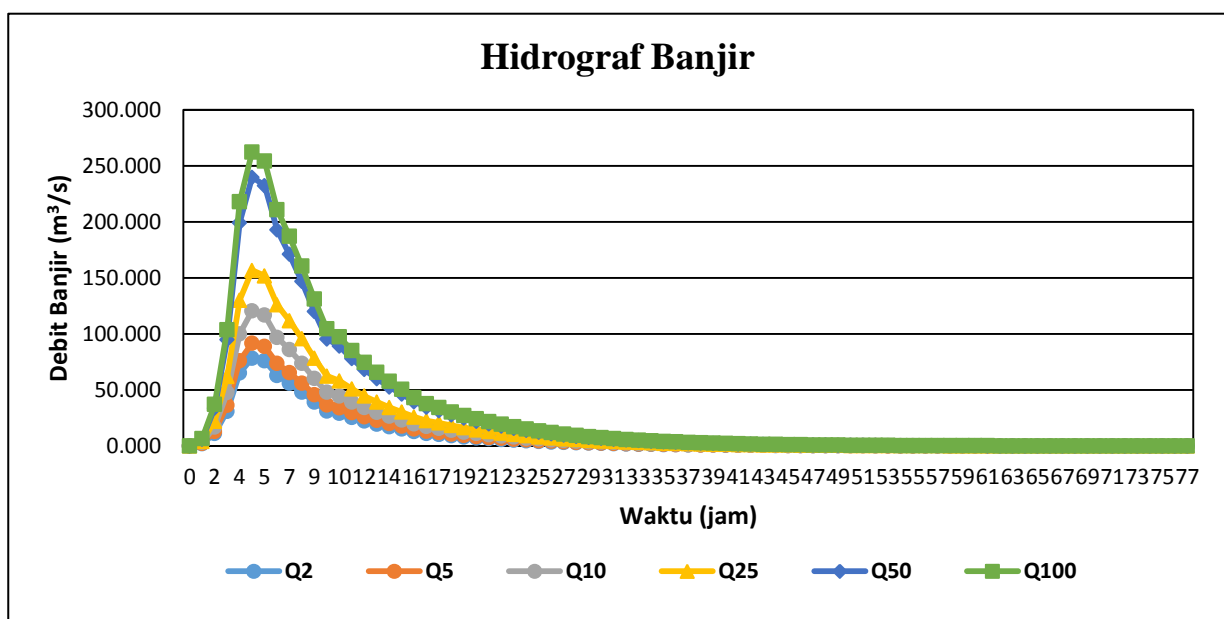
Dari uraian tersebut diatas maka dilakukan analisa dan perhitungan banjir rencana Sungai Sunter dengan periode ulang 2 tahun.

Rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir puncak pada Sungai Sunter untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahunan dapat dilihat pada tabel 4.25 di halaman berikut ini.

**Tabel 4.25 Rekapitulasi Debit Banjir Puncak Sungai Sunter**

NO	Periode Ulang (Tahun)	Debit Banjir Puncak ( $Q_p = m^3/s$ )
1	2	78.351
2	5	91.631
3	10	120.515
4	25	156.690
5	50	239.906
6	100	262.447

Sumber: Perhitungan

**Gambar 4.9 Hidrograf Banjir Berbagai Periode Ulang**

Secara rinci perhitungan debit banjir rencana berbagai periode ulang menggunakan metode Nakayasu dapat dilihat pada *lampiran 13-18 Hal. 106*.

#### 4.7 Analisis Hidrolika

Dari data yang diperoleh dari proyek normalisasi Sungai Sunter dapat dihitung kapasitas Sungai Sunter, dalam menampung debit banjir rencana, gambar potongan melintang Sungai Sunter pada tempat yang diteliti, dapat dilihat pada *lampiran 12 Hal. 105* dan gambar potongan melintang sungai Sunter perhitungan penulis khususnya di wilayah Cipinang Melayu, dapat dilihat pada *lampiran 20 dan 22 Hal 125*. Untuk Sungai Sunter dipakai koefisien kekasaran Manning:  $n = 0,02$  dapat dihitung sebagai berikut:

Lebar penampang sungai (B) = 23

Kemiringan sungai (S) = 0,003

Kemiringan talut (m) = 2

$$\begin{aligned} 1. \text{ Luas Penampang (A)} &= (B \times h) \\ &= (23 \times 2,26) \\ &= 51,98 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Keliling Basah (P)} &= (B + 2h) \\ &= (23 + 2 \times 2,26) \\ &= 27,52 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Jari – jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{51,98}{27,52} \\ &= 1,88 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Debit (Q)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \\ &= \frac{1}{0,02} \times 1,88^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \times 51,98 \\ &= 216,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Didapatkan hasil debit saluran kapasitas Sungai Sunter khususnya di wilayah Cipinang Melayu sebesar  $216,84 \text{ m}^3$ . Dapat disimpulkan bahwa debit saluran cukup untuk menampung debit banjir dengan periode ulang 2 tahun =  $78,351 \text{ m}^3/\text{det}$ , 5 tahun =  $91,631 \text{ m}^3/\text{det}$ , 10 tahun =  $120,515 \text{ m}^3/\text{det}$  dan 25 tahun =  $156,690 \text{ m}^3/\text{det}$ , akan tetapi untuk periode ulang 50, dan 100 tahun kapasitas sungai tidak dapat lagi menampung. Oleh karena itu, penulis mencoba untuk meredesain saluran existing dengan memperhitungkan debit banjir puncaknya dan kedalaman saluran agar dapat menampung debit sungai hingga periode ulang 100 tahun..

Perencanaan saluran dilakukan dengan cara *trial and error* (coba-coba) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 - \text{Asumsi (B)} &= 28,4 \text{ m} \\
 \text{Kemiringan sungai (S)} &= 0,003 \\
 \text{Kemiringan talut (m)} &= 2 \\
 1. \text{ Luas Penampang (A)} &= (B \times h) \\
 &= (28,4 \times 2,26) \\
 &= 64,18 \text{ m}^2 \\
 2. \text{ Keliling Basah (P)} &= (B + 2h) \\
 &= (28,4 + 2 \times 2,26) \\
 &= 32,92 \text{ m} \\
 3. \text{ Jari – jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{64,18}{32,92} \\
 &= 1,95 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
4. \text{ Debit (Q)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \\
&= \frac{1}{0,02} \times 1,95^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \times 64,18 \\
&= 274,34 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Dari uraian tersebut diatas maka dilakukan analisa kapasitas saluran Sungai Sunter dengan penambahan lebar badan sungai menjadi 28,4 meter. Untuk gambar rencana dimensi sungai dapat dilihat pada *lampiran 22 Hal. 127*.

Rekapitulasi hasil perhitungan berbagai asumsi kedalaman saluran sungai Sunter dapat dilihat pada tabel 4.26 di bawah ini.

**Tabel 4.26 Rekapitulasi Kapasitas Sungai Sunter**

NO	Kedalaman (Meter)	Lebar (Meter)	Debit Tampungan (Qp = m <sup>3</sup> )
1	2,26	25	238,20
2	2,26	28,4	274,34

Sumber: Perhitungan

#### 4.8 Pembahasan

Berdasarkan perhitungan hasil analisis, didapatkan hasil akhir penelitian berupa hasil debit saluran kapasitas Sungai Sunter khususnya di wilayah Cipinang Melayu serta debit banjir rencana. Dapat dilihat bahwa debit saluran hanya cukup untuk menampung debit banjir sampai periode ulang 25 tahun. Sehingga diperlukan untuk dilakukan normalisasi kembali dengan cara melakukan pelebaran pada dimensi sungai. Tentunya, sebelum didapatkan hasil tersebut, dilakukan perhitungan analisis Intensitas curah hujan untuk periode ulang 100 tahun. Dengan menggunakan data curah hujan dari tiga stasiun dengan jangka

waktu 10 tahun, didapatkan dari nilai distribusi Log Pearson III sebesar 1318,26 mm. Kemudian, dari data hujan jam-jaman, dilakukan perhitungan debit banjir rencana dengan metode HSS Nakayasu dan diperoleh nilai debit banjir rencana yang dapat dilihat pada tabel 4.26 untuk rekapitulasi debit banjir puncak Sungai Sunter hal. 76. Pada hasil  $Q_{25}$  perhitungan penulis memiliki perbedaan dengan hasil perhitungan debit pada laporan Supervisi Normalisasi Sungai Sunter. Dalam laporan Supervisi Normalisasi Sungai Sunter didapatkan hasil  $Q_{25} = 146 \text{ m}^3/\text{det.}$  dengan hasil perhitungan penulis  $Q_{25} = 156,690 \text{ m}^3/\text{det.}$  Perbedaan data curah hujan yang digunakan serta penggunaan metode perhitungan debit banjirnya yang berbeda dapat menjadi faktor bahwa hasil yang diperoleh menjadi tidak sama.

Setelah dilakukan perhitungan kapasitas saluran dari saluran eksisting sungai Sunter didapatkan kapasitas saluran sebesar  $216,84 \text{ m}^3$ . Ini menunjukkan debit kapasitas saluran dapat menampung debit rencana sampai dengan periode ulang 25 tahun. Untuk debit rencana periode ulang 50 , dan 100 tahun, debit saluran tidak lagi mampu menampung sehingga perlu adanya normalisasi kembali dengan cara melakukan redimensi saluran atau pelebaran sungai.

Selanjutnya, redimensi saluran existing tersebut dilakukan dengan cara *trial and error* atau coba-coba. Dengan lebar awal saluran eksisting sungai sebesar 23 m, dilakukan pelebaran saluran sungai menjadi 28,4 m. Setelah dilakukan perhitungan kembali, diperoleh hasil kapasitas saluran dengan lebar sungai 28,4 m sebesar  $274,34 \text{ m}^3$ . Dapat dilihat bahwa debit saluran, mampu menampung debit rencana yang telah diperhitungkan hingga periode ulang 100 tahun.

Hasil perhitungan untuk pelebaran saluran sungai menjadi 25 m. Setelah dilakukan perhitungan kembali, diperoleh hasil kapasitas saluran sebesar 238,20 m<sup>3</sup>. Dapat dilihat bahwa debit saluran, hanya mampu menampung debit rencana yang telah diperhitungkan sampai periode ulang 25 tahun. Dengan melihat kedua rencana pelebaran saluran sungai tersebut dapat disimpulkan bahwa pelebaran saluran sungai 28,4 m dapat digunakan melihat hasil debit saluran yang mampu menampung debit rencana hingga periode ulang 100 tahun.

#### **4.9 Keterbatasan Penelitian**

Meski dalam penelitian ini sudah dilakukan perhitungan secara terencana, namun pada akhirnya tidak terlepas dari segala kekurangan dan dengan segala keterbatasannya. Keterbatasan dan kekurangan yang ada antara lain:

1. Hanya tersedianya hasil debit banjir dengan periode ulang 25 tahun sehingga tidak bisa dibandingkan dengan berbagai periode ulang seperti perhitungan penulis.
2. Kurang lengkapnya data stasiun curah hujan di Sungai Sunter sehingga data curah hujan yang dihasilkan tidak dapat digunakan untuk perencanaan, dan data yang digunakan untuk perencanaan curah hujan rencana menggunakan stasiun curah hujan terdekat dengan Sungai Sunter yang memiliki data curah hujan yang lengkap.
3. Perhitungan debit banjir rencana hanya menggunakan satu metode yaitu metode Nakayasu sehingga hasil yang diperoleh berbeda dengan perhitungan perencanaan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari penelitian evaluasi debit banjir rencana pada sungai Sunter, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Dengan hasil debit rencana  $Q_{25}$  perhitungan yang dihasilkan sebesar  $156,690 \text{ m}^3/\text{det}$  dan debit rencana  $Q_{25}$  setelah normalisasi sebesar  $146 \text{ m}^3/\text{det}$  didapatkan selisih sebesar  $10,690 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dari hasil debit saluran eksisting dengan lebar sungai 23 meter sebesar  $216,84 \text{ m}^3/\text{det}$  hanya dapat menampung debit rencana sampai periode ulang 25 tahun. Untuk itu dibutuhkan adanya normalisasi kembali yaitu dengan cara melakukan pelebaran pada sungai. Dan diketahui dari hasil perhitungan dengan pelebaran dimensi sungai menjadi 28,4 meter menghasilkan debit saluran sebesar  $274,34 \text{ m}^3/\text{det}$  yang dapat menampung debit rencana sampai periode ulang 100 tahunan

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka penulis memberikan saran:

1. Melakukan pemeliharaan secara berkala terhadap saluran sungai Sunter sehingga kapasitas penampang saluran benar – benar dapat menampung debit banjir rencana.
2. Dekatnya rumah penduduk dengan sungai Sunter menyebabkan terbatasnya wilayah yang dapat digunakan untuk penambahan lebar dimensi saluran sungai, sehingga jika penambahan lebar dimensi saluran dilakukan dengan memperdalam saluran penampang sungai dan melakukan perkuatan tebing pada sisi sungai merupakan salah satu alternatif yang baik untuk memperbesar kapasitas saluran sungai.
3. Perlu adanya penambahan data pada stasiun curah hujan, peta serta data tata guna lahan yang lebih informatif, sehingga hasil mendekati kondisi lapangan.
4. Perlu ada peninjauan ulang terkait sedimentasi sungai dengan berkurangnya kapasitas saluran akibat terdapat sedimentasi yang terus tertimbun didasar saluran penampang sungai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Rizky. 2013. *Kaji Ulang Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Pesanggrahan*. [skripsi]. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 1991. SNI 03-2415-1991 *Metode Perhitungan Debit Banjir*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Hidrologi dan Hidraulik untuk Bangunan di Sungai*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Standar Metode Menghitung Design Flood*. Jakarta: Badan Penerbit PU.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2008. *Kamus Istilah Bidang Pekerjaan Umum*, Jakarta: PU
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2011. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai*, Jakarta: PU
- Kodoatie, Robert J. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset
- Loebis, Joesron. dkk. 1993. *Hidrologi Sungai*. Jakarta: PU
- Mori, Kiyotoka. *Manual on Hydrology*. Terjemahan oleh Taulu, L.; editor oleh Sosrodarsono, Suyono & Takeda, Kensaku. 2003. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Mulyono. 2011. *Debit Sungai Sunter Dan Pengaruhnya Terhadap Banjir Kanal Timur*. [skripsi]. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara.
- Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. 2010. *Laporan Strategi Penanganan Banjir & Penurunan Muka Tanah di Jakarta*. Jakarta
- PT Yodya Karya. 2011. *Laporan Akhir: Pekerjaan Supervisi Normalisasi Sungai Sunter*. Semarang
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono & Tominaga, Masateru. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Building  
Future  
Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telepon : ( 62-21 ) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808  
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: [dekanft@unj.ac.id](mailto:dekanft@unj.ac.id)

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Galuh Pradnya Paramita  
Nomor Registrasi : 5415111880  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan  
Judul : "Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu Jakarta "

Dosen Pembimbing : ① Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc  
2. Drs. R. Karsono, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama \* : .....

Paraf KPSPD \* : .....

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
20/3 2015	- Penyetaraan judul - Penentuan lokasi & area studi - Referensi delegator	<i>[Signature]</i>	
17/4 2015	- Penulisan acara sunter - urut dan nya - Penampakan gambar/peta sekitar lokasi - Metode di pelajari dikumpulkan sekitar & penulisan	<i>[Signature]</i>	
21/4 2015	- Bab I s.d III dilanjutkan berikutnya	<i>[Signature]</i>	

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi

Mengetahui,  
Penasehat Akademik

*[Signature]*  
Dr. Gina Bachtiar, MT  
NIP. 19600415 198602 2 001

*[Signature]*  
Dra. Daryati, MT  
NIP. 19590410 198503 2 001

\* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Building  
Future  
Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telepon : ( 62-21 ) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808  
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: [dekanft@unj.ac.id](mailto:dekanft@unj.ac.id)

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1



LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Galuh Pradnya Paramita  
Nomor Registrasi : 5415111880  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan  
Judul : "Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu Jakarta "


Dosen Pembimbing : ① Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc  
2. Drs. R. Karsono, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama \* : .....

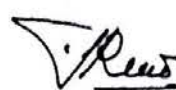
Paraf KPSD \* : ..... 

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
4/6 2015	• Data awal hujan raya dibuat • dapat dilanjutkan dg. seminar		tec seminar
11/6 2015	• supaya dilengkapi semua ujian, penampang sungai yg diperkirakan dapat menampung debit banjir rencana		

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi

  
Dr. Gita Bachtiar, MT  
NIP. 19600415 198602 2 001

Mengetahui,  
Penasehat Akademik

  
Dra. Daryati, MT  
NIP. 19590410 198503 2 001

\* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Building  
Future  
Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220

Telepon : ( 62-21 ) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808

Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: [dekanft@unj.ac.id](mailto:dekanft@unj.ac.id)

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FI/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Galuh Pradnya Paramita  
Nomor Registrasi : 5415111880  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan  
Judul : "Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu Jakarta "

Dosen Pembimbing : ① Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc  
2. Drs. R. Karsono, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama \* : .....

Paraf KPSD \* : .....

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
4/6 2015	- Curah hujan yg. berlebih per- lu dilaji metode perhitungan - leleminat / lelela pegganti upaya mengurangi kebutuhan pemukiman	<i>[Signature]</i>	
6/7 2015	- Data normalisasi paku kienis - perbedaan perhitungan paku kienis alsaun / perhitungan	<i>[Signature]</i>	

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi

*[Signature]*

Dr. Gina Bahtiar, MT  
NIP. 19600415 198602 2 001

Mengetahui,  
Penasehat Akademik

*[Signature]*

Dra. Daryati, MT  
NIP. 19590410 198503 2 001

\* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Building  
Future  
Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telepon : ( 62-21 ) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808  
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: [dekanft@unj.ac.id](mailto:dekanft@unj.ac.id)

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Galuh Pradnya Paramita  
Nomor Registrasi : 5415111880  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan  
Judul : "Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu Jakarta "

Dosen Pembimbing : ① Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc  
2. Drs. R. Karsono, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama \* : .....

Paraf KPSD \* : .....

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
9/7 2015	- Konsultasi identifikasi masalah dengan kesimpulan dan saran - Pilihan lokasi sungai dan dengan kedalaman tertentu apakah memudahkan D & P	<i>[Signature]</i>	
13/7 2015	- Pengederhanaan kalimat <sup>2</sup> pada kesimpulan - Konsultasi dgn. tyuan penulisan	<i>[Signature]</i>	kec bisa maka ada

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi

*[Signature]*

Dr. Gina Bachtiar, MT  
NIP. 19600415 198602 2 001

Mengetahui,  
Penasehat Akademik

*[Signature]*

Dra. Daryati, MT  
NIP. 19590410 198503 2 001

\* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Building  
Future  
Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telepon : ( 62-21 ) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808  
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: [dekanft@unj.ac.id](mailto:dekanft@unj.ac.id)


No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

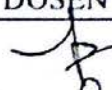






LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Galuh Pradnya Paramita  
Nomor Registrasi : 5415111880  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan  
Judul : "Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu Jakarta "

Dosen Pembimbing : 1 Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc  
(2) Drs. R. Karsono, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama \* : .....

Paraf KPSD \* : 

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
8 / 04 / 2015	Bab I latar belakang		lengkap
9 / 04 / 2015	Bab II dasar hidrologi teori		lengkap
15/04/2015	Bab II		lengkap
22/04/2015	Bab II		"- lagi
13/05/2015	Bab III metodologi penelitian		lengkap
15/07/2015	Bab I, II, III		lengkap
1/08/2015	Bab IV		lengkap

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi

Dr. Gina Bachtiar, MT  
NIP. 19600415 198602 2 001

Mengetahui,  
Penasehat Akademik

Dra. Daryati, MT  
NIP. 19590410 198503 2 001

\* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Building  
Future  
Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220

Telepon : ( 62-21 ) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808

Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: [dekanft@unj.ac.id](mailto:dekanft@unj.ac.id)

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA-INOVATIF

Nama Mahasiswa : Galuh Pradnya Paramita  
Nomor Registrasi : 5415111880  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan  
Judul : "Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu Jakarta "

Dosen Pembimbing : 1 Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc  
2. Drs. R. Karsono, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama \* : .....

Paraf KPSD \* : .....

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
6-8-2015	BAB V Kesimpulan & Saran.	[Signature]	simpul
2-9-2015	Bab I, II, III, IV, V	[Signature]	Revisi
9-9-2015	- - -	[Signature]	rapikan sederhana untuk tugas

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi

Mengetahui,  
Penasehat Akademik

Dr. Gina Bachtar, MT  
NIP. 19600415 198602 2 001

Dra. Daryati, MT  
NIP. 19590410 198503 2 001

\* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing





Building  
Future  
Leaders

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telepon : ( 62-21 ) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808  
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: [dekanft@unj.ac.id](mailto:dekanft@unj.ac.id)

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-26/III/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING  
SKRIPSI/~~KOMPREHENSIF~~/KARYA INOVATIF

Dengan ini kami menyatakan bahwa draft skripsi/~~komprensif~~/karya-inovatif dengan judul:  
**Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu Jakarta.**  
mahasiswa berikut ini:

Nama : Galuh Pradnya Paramita  
No.Registrasi : 5415111880  
Progam Studi : Pendidikan Teknik Bangunan  
Jurusan : Teknik Sipil

dinyatakan layak dan disetujui untuk diuji pada sidang ujian skripsi/~~komprensif~~/karya-inovatif.

Pembimbing I

Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc  
NIP. 19511220 197603 1 002

Pembimbing II

Drs. R. Karsono, M. Pd  
NIP. 19500818 198210 1 001

## Lampiran 3

**NILAI K DISTRIBUSI LOG PEARSON TIPE III**

<b>Kemencengan</b>	<b>Periode Ulang (Tahun)</b>									
<b>(Cs)</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>
3	-0.36	0.42	1.18	1.912	2.278	3.152	4.051	4.97	5.825	7.25
2.5	-0.36	0.518	1.25	1.924667	2.262	3.048	3.845	4.652	5.3825	6.6
2.2	-0.33	0.574	1.284	1.921333	2.24	2.97	3.705	4.444	5.1025	6.2
2	-0.307	0.609	1.302	1.913333	2.219	2.912	3.605	4.298	4.9025	5.91
1.8	-0.282	0.643	1.318	1.901333	2.193	2.848	3.499	4.147	4.714375	5.66
1.6	-0.254	0.675	1.329	1.885	2.163	2.78	3.388	3.99	4.515	5.39
1.4	-0.225	0.705	1.337	1.864333	2.128	2.706	3.271	3.828	4.30875	5.11
1.2	-0.195	0.732	1.34	1.838	2.087	2.626	3.149	3.661	4.095625	4.82
1	-0.164	0.758	1.34	1.808667	2.043	2.542	3.022	3.489	3.883125	4.54
0.9	-0.148	0.769	1.339	1.791667	2.018	2.498	2.957	3.401	3.77375	4.395
0.8	-0.132	0.78	1.336	1.777333	1.998	2.453	2.891	3.312	3.66375	4.25
0.7	-0.116	0.79	1.333	1.755667	1.967	2.407	2.824	3.223	3.55375	4.105
0.6	-0.099	0.8	1.328	1.735333	1.939	2.359	2.755	3.132	3.4425	3.96
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.714333	1.91	2.311	2.686	3.041	3.33125	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.692333	1.88	2.261	2.615	2.949	3.219375	3.67
0.3	-0.05	0.824	1.309	1.669	1.849	2.211	2.544	2.856	3.106875	3.525
0.2	-0.033	0.842	1.282	1.594667	1.751	2.054	2.326	2.576	2.76875	3.09
0.1	-0.017	0.836	1.27	1.597333	1.761	2	2.252	2.482	3.0325	3.95
0	0	0.842	1.282	1.594667	1.751	2.054	2.326	2.576	2.76875	3.09
-0.1	0.017	0.85	1.258	1.539333	1.68	1.945	2.178	2.388	2.97375	3.95
-0.2	0.033	0.85	1.258	1.539333	1.68	1.945	2.178	2.388	2.54625	2.81
-0.3	0.05	0.853	1.245	1.510333	1.643	1.89	2.104	2.294	2.436875	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.21	2.33375	2.54
-0.5	0.083	0.856	1.26	1.464667	1.567	1.777	1.955	2.108	2.2175	2.4
-0.6	0.099	0.857	1.2	1.418667	1.528	1.72	1.88	2.016	2.113125	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.386333	1.488	1.663	1.806	1.926	2.01	2.15
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.873	1.93375	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.320333	1.407	1.549	1.66	1.749	1.809375	1.91
-1	0.164	0.852	1.128	1.286667	1.366	1.492	1.588	1.664	1.715	1.8
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.216667	1.282	1.379	1.449	1.501	1.5475	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.145667	1.198	1.2701	1.318	1.351	1.39375	1.465
-1.551434577	0.24696	0.82064	1.0054	1.092412	1.135912	1.19128	1.2264	1.24878	1.277335	1.32492
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.075333	1.116	1.166	1.197	1.216	1.24	1.28
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.005	1.035	1.069	1.087	1.097	1.109375	1.13
-2	0.307	0.777	0.895	0.937667	0.959	0.98	0.99	1.995	1.621875	1
-2.2	0.33	0.752	0.844	0.873333	0.888	0.9	0.905	0.907	0.908125	0.91
-2.5	0.36	0.711	0.771	0.785667	0.793	0.798	0.799	0.8	0.80075	0.802
-3	0.396	0.636	0.66	0.664	0.666	0.666	0.667	0.667	0.667375	0.668

Sumber: Suripin, 2004



## Lampiran 4

**NILAI KRITIS UNTUK UJI CHI-KUADRAT**

dk	$\alpha$ ( Derajat Kepercayaan)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,21	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,75
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,92	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,712	28,3
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32	34,367
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,578	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,39	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,41	34,17	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,98	45,558
25	10,52	11,542	13,12	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,29
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	54,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber: Suripin, 2004

# Lampiran 5



Gorong – gorong sungai Sunter melintasi saluran Tarum Barat yang berada di atasnya.



Saluran Tarum Barat yang berada diatas gorong – gorong sungai Sunter dibawahnya.



Tampak atas pertemuan gorong – gorong sungai Sunter dengan saluran Tarum Barat diatasnya.



Aliran sungai Sunter sebelum menuju gorong – gorong pertemuan sungai Sunter dengan saluran Tarum Barat diatasnya.



Pintu air saluran Tarum Barat yang akan melimpahkan jika debit air tinggi ke sungai Sunter.



Tampak bawah pintu air saluran Tarum Barat yang akan melimpahkan jika debit air tinggi ke sungai Sunter.



Tampak atas pintu air saluran Tarum Barat yang akan melimpahkan jika debit air tinggi ke sungai Sunter.



Tampak atas pintu air saluran Tarum Barat yang akan melimpahkan jika debit air tinggi ke sungai Sunter.





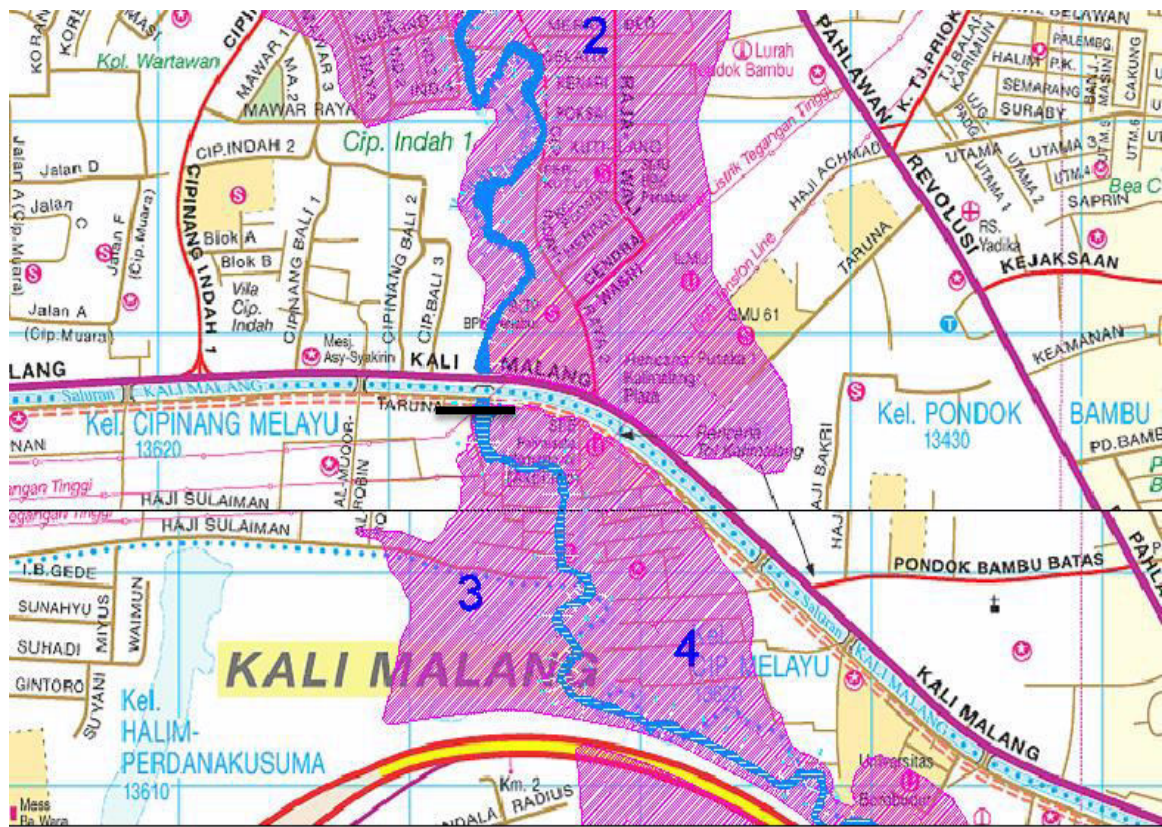
Tampak depan gorong – gorong sungai Sunter yang mempertemukan sungai Sunter dengan KBT (Kanal Banjir Timur).



Gorong – gorong sungai Sunter yang mempertemukan sungai Sunter dengan KBT (Kanal Banjir Timur).

## Lampiran 6

**Peta Genangan Existing Sepanjang Aliran Sungai Sunter  
Sesudah Normalisasi di Lokasi Penelitian.**



Keterangan :

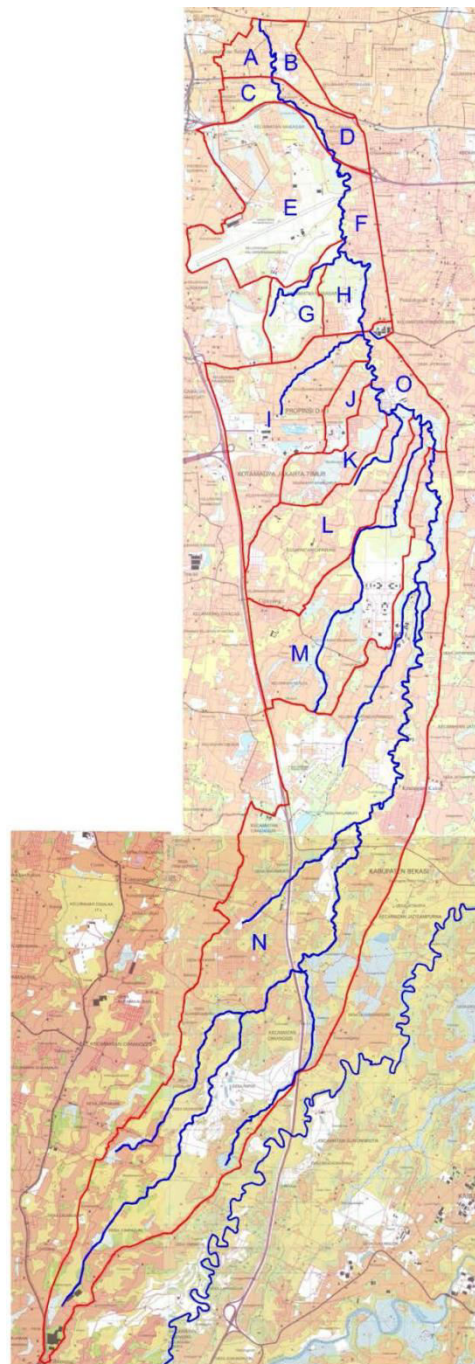


= Genangan




= Lokasi Penelitian

Lampiran 7

**Batas DAS Sunter**

Keterangan :

 = Batas DAS = Sungai Sunter



## Lampiran 8

## Alur Sungai Sunter 1





## Lampiran 9

## Alur Sungai Sunter 2







*Building  
Future  
Leaders*

## KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telp/Fax.: Rektor (021) 4893854, PR I: 4895130, PR II: 4893918, PR III: 4892926, PR IV: 4893982,  
BAUK: 4750930, BAAK: 4759081, BAPSI: 4752180  
Bag. UHTP: Telp. 4893726, Bag. Keuangan: 4892414, Bag. Kepegawaian: 4890536, HUMAS: 4898486  
Laman : [www.unj.ac.id](http://www.unj.ac.id)

Nomor : 1175A/UN39.12/KM/2015  
Lamp. : -  
Hal : Permohonan Izin Mengadakan Penelitian  
untuk Penulisan Skripsi

16 Maret 2015

Yth. Kepala BMKG Pusat  
Jl. Angkasa No.2, Kemayoran,  
Jakarta Pusat

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : Galuh Pradnya Paramita  
Nomor Registrasi : 5415111880  
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan  
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta  
No. Telp/HP : 085717737209

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka Penulisan Skripsi. Skripsi tersebut dengan judul :

**"Kaji Ulang Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Sunter, Jakarta Timur"**

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Administrasi  
Akademik dan Kemahasiswaan,



Tembusan :  
1. Dekan Fakultas Teknik  
2. Kaprog / Jurusan Teknik Sipil

Drs. Syaifullah  
NIP. 195702161984031001



*Building  
Future  
Leaders*

## KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telp/Fax.: Rektor (021) 4893854, PR I: 4895130, PR II: 4893918, PR III: 4892926, PR IV: 4893982,  
BAUK: 4750930, BAAK: 4759081, BAPSI: 4752180  
Bag. UHTP: Telp. 4893726, Bag. Keuangan: 4892414, Bag. Kepegawaian: 4890536, HUMAS: 4898486  
Laman : [www.unj.ac.id](http://www.unj.ac.id)

Nomor : 1175B/UN39.12/KM/2015  
Lamp. : -  
Hal : Permohonan Izin Mengadakan Penelitian  
untuk Penulisan Skripsi

16 Maret 2015

Yth. Kepala Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane  
Jl. Inspeksi Saluran Tarum Barat, No.58,  
Jakarta Timur

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : Galuh Pradnya Paramita  
Nomor Registrasi : 5415111880  
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan  
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta  
No. Telp/HP : 085717737209

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka Penulisan Skripsi. Skripsi tersebut dengan judul :

**"Kaji Ulang Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Sunter, Jakarta Timur"**

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Administrasi  
Akademik dan Kemahasiswaan,



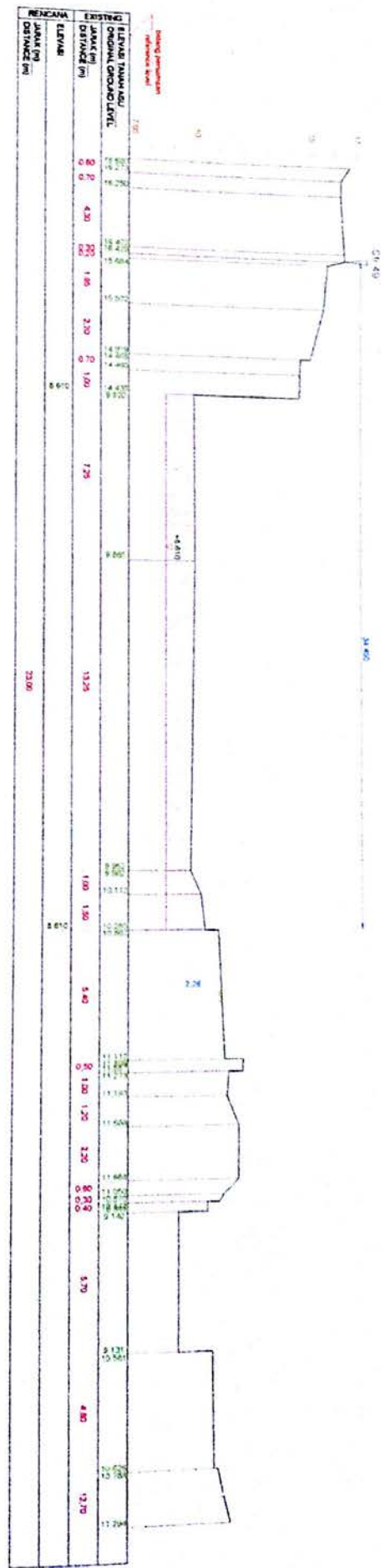
Tembusan :

1. Dekan Fakultas Teknik
2. Kaprog / Jurusan Teknik Sipil

Syaifullah

NIP 195702161984031001

CROSS SECTION STA 49



Kondisi Eksisting Sungai Setelah Normalisasi Dengan Lebar 23 meter

## Lampiran 13

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 2 Tahun**

<b>Periode ulang = 2 Tahun</b>		<b>P rencana = 191,867 mm</b>							
<b>t (jam)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Curah Hujan Rencana (mm)</b>						<b>Total Debit (Qt = m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Hid. Sat. 6 jam (Qt = m<sup>3</sup>/s)</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>		
		<b>105,59</b>	<b>27,44</b>	<b>19,25</b>	<b>15,33</b>	<b>12,94</b>	<b>11,31</b>		
0	0,000	0,000						0,000	0,000
1	0,113	11,980	0,000					11,980	1,997
2	0,599	63,231	3,114	0,000				66,345	11,057
3	1,585	167,320	16,435	2,184	0,000			185,939	30,990
4	3,161	333,734	43,490	11,529	1,739	0,000		390,491	65,082
4,042	3,241	342,206	86,744	30,507	9,178	1,468	0,000	470,103	78,351
5	2,580	272,373	88,946	60,849	24,286	7,750	1,284	455,488	75,915
6	1,602	169,117	70,795	62,393	48,441	20,509	6,775	378,030	63,005
7	1,262	133,260	43,957	49,661	49,671	40,907	17,927	335,383	55,897
8	0,994	105,006	34,637	30,835	39,535	41,945	35,757	287,714	47,952
9	0,842	88,911	27,293	24,297	24,547	33,386	36,665	235,099	39,183
9,095	0,718	75,852	23,110	19,145	19,343	20,729	29,183	187,361	31,227
10	0,842	88,911	19,715	16,211	15,242	16,334	18,120	174,533	29,089
11	0,718	75,852	23,110	13,830	12,905	12,871	14,278	152,845	25,474
12	0,613	64,710	19,715	16,211	11,010	10,898	11,251	133,795	22,299
13	0,523	55,205	16,819	13,830	12,905	9,297	9,526	117,584	19,597
14	0,446	47,097	14,349	11,798	11,010	10,898	8,127	103,279	17,213
15	0,381	40,179	12,241	10,065	9,393	9,297	9,526	90,702	15,117
16	0,325	34,277	10,443	8,587	8,013	7,932	8,127	77,379	12,897
16,673	0,292	30,802	8,909	7,326	6,836	6,767	6,933	67,573	11,262
17	0,281	29,624	8,006	6,250	5,832	5,773	5,915	61,399	10,233
18	0,249	26,297	7,700	5,616	4,975	4,925	5,046	54,559	9,093
19	0,221	23,343	6,835	5,401	4,471	4,201	4,305	48,557	8,093
20	0,196	20,721	6,067	4,795	4,300	3,775	3,673	43,331	7,222
21	0,174	18,394	5,386	4,256	3,817	3,631	3,300	38,784	6,464
22	0,155	16,328	4,781	3,778	3,388	3,223	3,174	34,672	5,779
23	0,137	14,494	4,244	3,354	3,008	2,861	2,818	30,778	5,130
24	0,122	12,866	3,767	2,977	2,670	2,540	2,501	27,321	4,553
25	0,108	11,421	3,344	2,643	2,370	2,255	2,220	24,252	4,042
26	0,096	10,138	2,968	2,346	2,104	2,001	1,971	21,528	3,588
27	0,085	8,999	2,635	2,082	1,867	1,777	1,749	19,110	3,185
28	0,076	7,988	2,339	1,848	1,658	1,577	1,553	16,964	2,827
29	0,067	7,091	2,076	1,641	1,472	1,400	1,378	15,058	2,510
30	0,060	6,295	1,843	1,457	1,306	1,243	1,224	13,367	2,228
31	0,053	5,588	1,636	1,293	1,160	1,103	1,086	11,865	1,978
32	0,047	4,960	1,452	1,148	1,029	0,979	0,964	10,533	1,755
33	0,042	4,403	1,289	1,019	0,914	0,869	0,856	9,350	1,558
34	0,037	3,908	1,144	0,904	0,811	0,772	0,760	8,300	1,383



**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 2 Tahun**

Periode ulang = 2 Tahun		P rencana = 191,867 mm							
t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
		105,59	27,44	19,25	15,33	12,94	11,31		
35	0,033	3,469	1,016	0,803	0,720	0,685	0,674	7,367	1,228
36	0,029	3,080	0,902	0,713	0,639	0,608	0,599	6,540	1,090
37	0,026	2,734	0,800	0,633	0,567	0,540	0,531	5,805	0,968
38	0,023	2,427	0,711	0,562	0,504	0,479	0,472	5,153	0,855
39	0,020	2,154	0,631	0,498	0,447	0,425	0,419	4,574	0,762
40	0,018	1,912	0,560	0,442	0,397	0,377	0,372	4,061	0,677
41	0,016	1,697	0,497	0,393	0,352	0,335	0,330	3,605	0,601
42	0,014	1,507	0,441	0,349	0,313	0,297	0,293	3,200	0,533
43	0,013	1,338	0,392	0,309	0,278	0,264	0,260	2,840	0,473
44	0,011	1,187	0,348	0,275	0,246	0,234	0,231	2,521	0,420
45	0,010	1,054	0,309	0,244	0,219	0,208	0,205	2,238	0,373
46	0,009	0,936	0,274	0,216	0,194	0,185	0,182	1,987	0,331
47	0,008	0,830	0,243	0,192	0,172	0,164	0,161	1,764	0,294
48	0,007	0,737	0,216	0,171	0,153	0,146	0,143	1,565	0,261
49	0,006	0,654	0,192	0,151	0,136	0,129	0,127	1,390	0,232
50	0,006	0,581	0,170	0,134	0,121	0,115	0,113	1,234	0,206
51	0,005	0,516	0,151	0,119	0,107	0,102	0,100	1,095	0,182
52	0,004	0,458	0,134	0,106	0,095	0,090	0,089	0,972	0,162
53	0,004	0,406	0,119	0,094	0,084	0,080	0,079	0,863	0,144
54	0,003	0,361	0,106	0,083	0,075	0,071	0,070	0,766	0,128
55	0,003	0,320	0,094	0,074	0,066	0,063	0,062	0,680	0,113
56	0,003	0,284	0,083	0,066	0,059	0,056	0,055	0,604	0,101
57	0,002	0,252	0,074	0,058	0,052	0,050	0,049	0,536	0,089
58	0,002	0,224	0,066	0,052	0,046	0,044	0,044	0,476	0,079
59	0,002	0,199	0,058	0,046	0,041	0,039	0,039	0,422	0,070
60	0,002	0,176	0,052	0,041	0,037	0,035	0,034	0,375	0,062
61	0,001	0,157	0,046	0,036	0,033	0,031	0,030	0,333	0,055
62	0,001	0,139	0,041	0,032	0,029	0,027	0,027	0,295	0,049
63	0,001	0,123	0,036	0,029	0,026	0,024	0,024	0,262	0,044
64	0,001	0,110	0,032	0,025	0,023	0,022	0,021	0,233	0,039
65	0,001	0,097	0,028	0,023	0,020	0,019	0,019	0,207	0,034
66	0,001	0,086	0,025	0,020	0,018	0,017	0,017	0,183	0,031
67	0,001	0,077	0,022	0,018	0,016	0,015	0,015	0,163	0,027
68	0,001	0,068	0,020	0,016	0,014	0,013	0,013	0,144	0,024
69	0,001	0,060	0,018	0,014	0,013	0,012	0,012	0,128	0,021
70	0,001	0,054	0,016	0,012	0,011	0,011	0,010	0,114	0,019
71	0,000	0,048	0,014	0,011	0,010	0,009	0,009	0,101	0,017
	0,000	0,000	0,012	0,010	0,009	0,008	0,008	0,047	0,008
			0,000	0,009	0,008	0,007	0,007	0,031	0,005
				0,000	0,007	0,007	0,006	0,020	0,003



## Lampiran 14

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 5 Tahun**

Periode ulang = 5 Tahun		P rencana = 224,338 mm						Total Debit (Qt = m³/s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m³/s)
t (jam)	Q (m³/s)	Curah Hujan Rencana (mm)							
		1	2	3	4	5	6		
		123,49	32,10	22,51	17,92	15,14	13,23		
0	0,000	0,000						0,000	0,000
1	0,113	14,011	0,000					14,011	2,335
2	0,599	73,948	3,642	0,000				77,590	12,932
3	1,585	195,681	19,221	2,555	0,000			217,456	36,243
4	3,161	390,302	50,861	13,483	2,034	0,000		456,680	76,113
4,042	3,241	400,210	101,447	35,678	10,734	1,717	0,000	549,785	91,631
5	2,580	318,540	104,022	71,162	28,403	9,064	1,501	532,692	88,782
6	1,602	197,783	82,794	72,969	56,652	23,985	7,923	442,106	73,684
7	1,262	155,848	51,407	58,078	58,090	47,841	20,966	392,230	65,372
8	0,994	122,804	40,508	36,061	46,236	49,055	41,818	336,482	56,080
9	0,842	103,982	31,919	28,415	28,708	39,044	42,880	274,948	45,825
9,095	0,718	88,708	27,027	22,390	22,621	24,243	34,129	219,119	36,520
10	0,842	103,982	23,057	18,959	17,825	19,103	21,191	204,116	34,019
11	0,718	88,708	27,027	16,174	15,093	15,052	16,698	178,752	29,792
12	0,613	75,679	23,057	18,959	12,876	12,745	13,158	156,473	26,079
13	0,523	64,563	19,670	16,174	15,093	10,873	11,141	137,514	22,919
14	0,446	55,079	16,781	13,798	12,876	12,745	9,504	120,784	20,131
15	0,381	46,989	14,316	11,771	10,985	10,873	11,141	106,076	17,679
16	0,325	40,087	12,213	10,042	9,371	9,276	9,504	90,495	15,082
16,673	0,292	36,023	10,419	8,567	7,995	7,914	8,108	79,026	13,171
17	0,281	34,645	9,363	7,309	6,820	6,751	6,917	71,806	11,968
18	0,249	30,754	9,005	6,568	5,819	5,760	5,901	63,806	10,634
19	0,221	27,300	7,994	6,317	5,229	4,914	5,035	56,787	9,464
20	0,196	24,233	7,096	5,607	5,029	4,415	4,295	50,676	8,446
21	0,174	21,511	6,299	4,977	4,464	4,247	3,860	45,358	7,560
22	0,155	19,095	5,591	4,418	3,963	3,770	3,712	40,549	6,758
23	0,137	16,950	4,963	3,922	3,517	3,346	3,295	35,995	5,999
24	0,122	15,047	4,406	3,482	3,122	2,970	2,925	31,952	5,325
25	0,108	13,357	3,911	3,091	2,772	2,637	2,596	28,363	4,727
26	0,096	11,856	3,472	2,743	2,460	2,341	2,305	25,177	4,196
27	0,085	10,525	3,082	2,435	2,184	2,078	2,046	22,349	3,725
28	0,076	9,342	2,736	2,162	1,939	1,844	1,816	19,839	3,306
29	0,067	8,293	2,428	1,919	1,721	1,637	1,612	17,611	2,935
30	0,060	7,362	2,156	1,703	1,528	1,453	1,431	15,633	2,605
31	0,053	6,535	1,913	1,512	1,356	1,290	1,270	13,877	2,313
32	0,047	5,801	1,699	1,342	1,204	1,145	1,128	12,318	2,053
33	0,042	5,149	1,508	1,191	1,069	1,017	1,001	10,934	1,822
34	0,037	4,571	1,338	1,058	0,949	0,902	0,889	9,706	1,618

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 5 Tahun**

Periode ulang = 5 Tahun		P rencana = 224,338 mm						Total Debit (Qt = m³/s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m³/s)
t (jam)	Q (m³/s)	Curah Hujan Rencana (mm)							
		1	2	3	4	5	6		
		123,49	32,10	22,51	17,92	15,14	13,23		
35	0,033	4,057	1,188	0,939	0,842	0,801	0,789	8,616	1,436
36	0,029	3,602	1,055	0,833	0,747	0,711	0,700	7,648	1,275
37	0,026	3,197	0,936	0,740	0,663	0,631	0,622	6,789	1,132
38	0,023	2,838	0,831	0,657	0,589	0,560	0,552	6,027	1,004
39	0,020	2,519	0,738	0,583	0,523	0,497	0,490	5,350	0,892
40	0,018	2,236	0,655	0,517	0,464	0,441	0,435	4,749	0,791
41	0,016	1,985	0,581	0,459	0,412	0,392	0,386	4,215	0,703
42	0,014	1,762	0,516	0,408	0,366	0,348	0,343	3,742	0,624
43	0,013	1,564	0,458	0,362	0,325	0,309	0,304	3,322	0,554
44	0,011	1,389	0,407	0,321	0,288	0,274	0,270	2,949	0,491
45	0,010	1,233	0,361	0,285	0,256	0,243	0,240	2,617	0,436
46	0,009	1,094	0,320	0,253	0,227	0,216	0,213	2,323	0,387
47	0,008	0,971	0,284	0,225	0,202	0,192	0,189	2,062	0,344
48	0,007	0,862	0,252	0,199	0,179	0,170	0,168	1,831	0,305
49	0,006	0,765	0,224	0,177	0,159	0,151	0,149	1,625	0,271
50	0,006	0,679	0,199	0,157	0,141	0,134	0,132	1,443	0,240
51	0,005	0,603	0,177	0,140	0,125	0,119	0,117	1,281	0,213
52	0,004	0,535	0,157	0,124	0,111	0,106	0,104	1,137	0,189
53	0,004	0,475	0,139	0,110	0,099	0,094	0,092	1,009	0,168
54	0,003	0,422	0,124	0,098	0,088	0,083	0,082	0,896	0,149
55	0,003	0,374	0,110	0,087	0,078	0,074	0,073	0,795	0,133
56	0,003	0,332	0,097	0,077	0,069	0,066	0,065	0,706	0,118
57	0,002	0,295	0,086	0,068	0,061	0,058	0,057	0,627	0,104
58	0,002	0,262	0,077	0,061	0,054	0,052	0,051	0,556	0,093
59	0,002	0,232	0,068	0,054	0,048	0,046	0,045	0,494	0,082
60	0,002	0,206	0,060	0,048	0,043	0,041	0,040	0,438	0,073
61	0,001	0,183	0,054	0,042	0,038	0,036	0,036	0,389	0,065
62	0,001	0,163	0,048	0,038	0,034	0,032	0,027	0,341	0,057
63	0,001	0,144	0,042	0,033	0,030	0,028	0,024	0,302	0,050
64	0,001	0,128	0,038	0,030	0,027	0,025	0,021	0,268	0,045
65	0,001	0,114	0,033	0,026	0,024	0,022	0,019	0,238	0,040
66	0,001	0,101	0,030	0,023	0,021	0,020	0,017	0,212	0,035
67	0,001	0,090	0,026	0,021	0,019	0,018	0,015	0,188	0,031
68	0,001	0,080	0,023	0,018	0,017	0,016	0,013	0,167	0,028
69	0,001	0,071	0,021	0,016	0,015	0,014	0,012	0,148	0,025
70	0,001	0,063	0,018	0,015	0,013	0,012	0,010	0,131	0,022
71	0,000	0,056	0,016	0,013	0,012	0,011	0,009	0,117	0,019
	0,000	0,000	0,014	0,011	0,010	0,010	0,008	0,054	0,009





## Lampiran 15

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 10 Tahun**

Periode ulang = 10 Tahun		P rencana =295,121 mm						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)							
		1	2	3	4	5	6		
		162,41	42,21	29,61	23,57	19,91	17,40		
0	0,000	0,000						0,000	0,000
1	0,113	18,427	0,000					18,427	3,071
2	0,599	97,259	4,790	0,000				102,048	17,008
3	1,585	257,364	25,279	3,360	0,000			286,003	47,667
4	3,161	513,335	66,894	17,733	2,675	0,000		600,636	100,106
4,042	3,241	526,366	133,425	46,924	14,117	2,259	0,000	723,091	120,515
5	2,580	418,952	136,812	93,594	37,356	11,921	1,974	700,610	116,768
6	1,602	260,129	108,893	95,970	74,510	31,546	10,421	581,469	96,912
7	1,262	204,975	67,612	76,386	76,402	62,921	27,575	515,870	85,978
8	0,994	161,515	53,277	47,428	60,811	64,518	55,000	442,549	73,758
9	0,842	136,759	41,981	37,372	37,758	51,352	56,396	361,618	60,270
9,095	0,718	116,672	35,546	29,448	29,752	31,885	44,888	288,191	48,032
10	0,842	136,759	30,325	24,935	23,444	25,124	27,871	268,458	44,743
11	0,718	116,672	35,546	21,272	19,851	19,797	21,962	235,100	39,183
12	0,613	99,534	30,325	24,935	16,935	16,763	17,305	205,797	34,300
13	0,523	84,914	25,871	21,272	19,851	14,301	14,653	180,862	30,144
14	0,446	72,442	22,071	18,148	16,935	16,763	12,501	158,859	26,476
15	0,381	61,801	18,829	15,482	14,447	14,301	14,653	139,513	23,252
16	0,325	52,724	16,063	13,208	12,325	12,200	12,501	119,021	19,837
16,673	0,292	47,378	13,704	11,268	10,515	10,408	10,664	103,937	17,323
17	0,281	45,567	12,314	9,613	8,970	8,879	9,098	94,442	15,740
18	0,249	40,448	11,844	8,638	7,653	7,575	7,762	83,920	13,987
19	0,221	35,905	10,513	8,308	6,877	6,462	6,622	74,687	12,448
20	0,196	31,872	9,332	7,375	6,614	5,807	5,649	66,650	11,108
21	0,174	28,292	8,284	6,546	5,871	5,585	5,076	59,656	9,943
22	0,155	25,115	7,354	5,811	5,212	4,958	4,882	53,331	8,889
23	0,137	22,294	6,528	5,158	4,626	4,401	4,334	47,341	7,890
24	0,122	19,790	5,795	4,579	4,107	3,907	3,847	42,024	7,004
25	0,108	17,567	5,144	4,065	3,645	3,468	3,415	37,303	6,217
26	0,096	15,594	4,566	3,608	3,236	3,078	3,031	33,113	5,519
27	0,085	13,842	4,053	3,203	2,872	2,733	2,691	29,394	4,899
28	0,076	12,287	3,598	2,843	2,550	2,426	2,389	26,093	4,349
29	0,067	10,907	3,194	2,524	2,263	2,153	2,120	23,162	3,860
30	0,060	9,682	2,835	2,240	2,009	1,911	1,882	20,560	3,427
31	0,053	8,595	2,517	1,989	1,784	1,697	1,671	18,251	3,042
32	0,047	7,629	2,234	1,765	1,583	1,506	1,483	16,201	2,700
33	0,042	6,772	1,983	1,567	1,405	1,337	1,317	14,381	2,397
34	0,037	6,012	1,760	1,391	1,248	1,187	1,169	12,766	2,128

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 10 Tahun**

Periode ulang = 10 Tahun		P rencana =295,121 mm						Total Debit (Qt = m³/s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m³/s)
t (jam)	Q (m³/s)	Curah Hujan Rencana (mm)							
		1	2	3	4	5	6		
		162,41	42,21	29,61	23,57	19,91	17,40		
35	0,033	5,336	1,563	1,235	1,107	1,053	1,037	11,332	1,889
36	0,029	4,737	1,387	1,096	0,983	0,935	0,921	10,059	1,677
37	0,026	4,205	1,231	0,973	0,873	0,830	0,817	8,929	1,488
38	0,023	3,733	1,093	0,864	0,775	0,737	0,726	7,926	1,321
39	0,020	3,313	0,970	0,767	0,688	0,654	0,644	7,036	1,173
40	0,018	2,941	0,861	0,681	0,610	0,581	0,572	6,246	1,041
41	0,016	2,611	0,764	0,604	0,542	0,515	0,508	5,544	0,924
42	0,014	2,318	0,679	0,536	0,481	0,458	0,451	4,922	0,820
43	0,013	2,057	0,602	0,476	0,427	0,406	0,400	4,369	0,728
44	0,011	1,826	0,535	0,423	0,379	0,361	0,355	3,878	0,646
45	0,010	1,621	0,475	0,375	0,336	0,320	0,315	3,442	0,574
46	0,009	1,439	0,421	0,333	0,299	0,284	0,280	3,056	0,509
47	0,008	1,277	0,374	0,296	0,265	0,252	0,248	2,713	0,452
48	0,007	1,134	0,332	0,262	0,235	0,224	0,220	2,408	0,401
49	0,006	1,007	0,295	0,233	0,209	0,199	0,196	2,137	0,356
50	0,006	0,894	0,262	0,207	0,185	0,176	0,174	1,897	0,316
51	0,005	0,793	0,232	0,184	0,165	0,157	0,154	1,684	0,281
52	0,004	0,704	0,206	0,163	0,146	0,139	0,137	1,495	0,249
53	0,004	0,625	0,183	0,145	0,130	0,123	0,121	1,327	0,221
54	0,003	0,555	0,162	0,128	0,115	0,110	0,108	1,178	0,196
55	0,003	0,492	0,144	0,114	0,102	0,097	0,096	1,046	0,174
56	0,003	0,437	0,128	0,101	0,091	0,086	0,085	0,928	0,155
57	0,002	0,388	0,114	0,090	0,081	0,077	0,075	0,824	0,137
58	0,002	0,344	0,101	0,080	0,071	0,068	0,067	0,731	0,122
59	0,002	0,306	0,090	0,071	0,063	0,060	0,059	0,649	0,108
60	0,002	0,271	0,079	0,063	0,056	0,054	0,053	0,576	0,096
61	0,001	0,241	0,071	0,056	0,050	0,048	0,047	0,512	0,085
62	0,001	0,214	0,063	0,049	0,044	0,042	0,042	0,454	0,076
63	0,001	0,190	0,056	0,044	0,039	0,037	0,037	0,403	0,067
64	0,001	0,169	0,049	0,039	0,035	0,033	0,033	0,358	0,060
65	0,001	0,150	0,044	0,035	0,031	0,030	0,029	0,318	0,053
66	0,001	0,133	0,039	0,031	0,028	0,026	0,026	0,282	0,047
67	0,001	0,118	0,035	0,027	0,024	0,023	0,023	0,250	0,042
68	0,001	0,105	0,031	0,024	0,022	0,021	0,020	0,222	0,037
69	0,001	0,093	0,027	0,021	0,019	0,018	0,018	0,197	0,033
70	0,001	0,082	0,024	0,019	0,017	0,016	0,016	0,175	0,029
71	0,000	0,073	0,021	0,017	0,015	0,014	0,014	0,155	0,026
	0,000	0,000	0,019	0,015	0,013	0,013	0,013	0,073	0,012

### Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 10 Tahun

[illegible]

## Lampiran 16

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 25 Tahun****Periode ulang = 25 Tahun****P rencana = 383,707mm**

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
		211,16	54,89	38,50	30,65	25,88	22,62		
0	0,000	0,000						0,000	0,000
1	0,113	23,958	0,000					23,958	3,993
2	0,599	126,453	6,227	0,000				132,680	22,113
3	1,585	334,617	32,867	4,368	0,000			371,853	61,975
4	3,161	667,423	86,973	23,056	3,478	0,000		780,929	130,155
4,042	3,241	684,366	173,475	61,009	18,355	2,937	0,000	940,142	156,690
5	2,580	544,708	177,879	121,689	48,569	15,500	2,567	910,912	151,819
6	1,602	338,211	141,580	124,778	96,876	41,015	13,549	756,008	126,001
7	1,262	266,502	87,907	99,315	99,335	81,808	35,852	670,719	111,787
8	0,994	209,997	69,269	61,665	79,064	83,885	71,510	575,389	95,898
9	0,842	177,810	54,582	48,590	49,091	66,767	73,325	470,165	78,361
9,095	0,718	151,693	46,216	38,288	38,683	41,456	58,362	374,697	62,449
10	0,842	177,810	39,428	32,419	30,481	32,666	36,237	349,041	58,174
11	0,718	151,693	46,216	27,658	25,809	25,740	28,554	305,669	50,945
12	0,613	129,412	39,428	32,419	22,018	21,795	22,500	267,571	44,595
13	0,523	110,403	33,636	27,658	25,809	18,593	19,051	235,151	39,192
14	0,446	94,187	28,696	23,595	22,018	21,795	16,253	206,543	34,424
15	0,381	80,352	24,481	20,129	18,784	18,593	19,051	181,391	30,232
16	0,325	68,550	20,885	17,173	16,025	15,862	16,253	154,748	25,791
16,673	0,292	61,599	17,817	14,650	13,671	13,532	13,866	135,136	22,523
17	0,281	59,244	16,011	12,498	11,663	11,545	11,829	122,790	20,465
18	0,249	52,590	15,399	11,231	9,950	9,849	10,091	109,110	18,185
19	0,221	46,683	13,669	10,802	8,941	8,402	8,609	97,106	16,184
20	0,196	41,439	12,134	9,589	8,599	7,550	7,345	86,656	14,443
21	0,174	36,785	10,771	8,512	7,633	7,262	6,600	77,562	12,927
22	0,155	32,653	9,561	7,555	6,776	6,446	6,348	69,340	11,557
23	0,137	28,986	8,487	6,707	6,015	5,722	5,635	61,551	10,259
24	0,122	25,730	7,534	5,954	5,339	5,079	5,002	54,638	9,106
25	0,108	22,840	6,688	5,285	4,740	4,509	4,440	48,501	8,083
26	0,096	20,275	5,937	4,691	4,207	4,002	3,941	43,053	7,176
27	0,085	17,997	5,270	4,164	3,735	3,553	3,499	38,217	6,370
28	0,076	15,976	4,678	3,697	3,315	3,154	3,106	33,925	5,654
29	0,067	14,181	4,152	3,281	2,943	2,800	2,757	30,114	5,019
30	0,060	12,589	3,686	2,913	2,612	2,485	2,447	26,732	4,455
31	0,053	11,175	3,272	2,586	2,319	2,206	2,172	23,729	3,955
32	0,047	9,919	2,904	2,295	2,058	1,958	1,928	21,064	3,511
33	0,042	8,805	2,578	2,037	1,827	1,738	1,712	18,698	3,116
34	0,037	7,816	2,289	1,809	1,622	1,543	1,519	16,598	2,766

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 25 Tahun**

Periode ulang = 25 Tahun		P rencana = 383,707mm						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
t (jam)	Q (m3/s)	Curah Hujan Rencana (mm)							
		1	2	3	4	5	6		
		211,16	54,89	38,50	30,65	25,88	22,62		
35	0,033	6,938	2,032	1,605	1,440	1,370	1,349	14,734	2,456
36	0,029	6,159	1,803	1,425	1,278	1,216	1,197	13,079	2,180
37	0,026	5,467	1,601	1,265	1,135	1,079	1,063	11,610	1,935
38	0,023	4,853	1,421	1,123	1,007	0,958	0,943	10,306	1,718
39	0,020	4,308	1,261	0,997	0,894	0,850	0,837	9,148	1,525
40	0,018	3,824	1,120	0,885	0,794	0,755	0,743	8,121	1,353
41	0,016	3,395	0,994	0,785	0,704	0,670	0,660	7,209	1,201
42	0,014	3,013	0,882	0,697	0,625	0,595	0,586	6,399	1,066
43	0,013	2,675	0,783	0,619	0,555	0,528	0,520	5,680	0,947
44	0,011	2,374	0,695	0,549	0,493	0,469	0,462	5,042	0,840
45	0,010	2,108	0,617	0,488	0,437	0,416	0,410	4,476	0,746
46	0,009	1,871	0,548	0,433	0,388	0,369	0,364	3,973	0,662
47	0,008	1,661	0,486	0,384	0,345	0,328	0,323	3,527	0,588
48	0,007	1,474	0,432	0,341	0,306	0,291	0,287	3,131	0,522
49	0,006	1,309	0,383	0,303	0,272	0,258	0,254	2,779	0,463
50	0,006	1,162	0,340	0,269	0,241	0,229	0,226	2,467	0,411
51	0,005	1,031	0,302	0,239	0,214	0,204	0,200	2,190	0,365
52	0,004	0,915	0,268	0,212	0,190	0,181	0,178	1,944	0,324
53	0,004	0,813	0,238	0,188	0,169	0,160	0,158	1,726	0,288
54	0,003	0,721	0,211	0,167	0,150	0,142	0,140	1,532	0,255
55	0,003	0,640	0,187	0,148	0,133	0,126	0,124	1,360	0,227
56	0,003	0,568	0,166	0,132	0,118	0,112	0,110	1,207	0,201
57	0,002	0,505	0,148	0,117	0,105	0,100	0,098	1,071	0,179
58	0,002	0,448	0,131	0,104	0,093	0,088	0,087	0,951	0,159
59	0,002	0,398	0,116	0,092	0,082	0,078	0,077	0,844	0,141
60	0,002	0,353	0,103	0,082	0,073	0,070	0,069	0,749	0,125
61	0,001	0,313	0,092	0,072	0,065	0,062	0,061	0,665	0,111
62	0,001	0,278	0,081	0,064	0,058	0,055	0,054	0,591	0,098
63	0,001	0,247	0,072	0,057	0,051	0,049	0,048	0,524	0,087
64	0,001	0,219	0,064	0,051	0,045	0,043	0,043	0,465	0,078
65	0,001	0,195	0,057	0,045	0,040	0,038	0,038	0,413	0,069
66	0,001	0,173	0,051	0,040	0,036	0,034	0,034	0,367	0,061
67	0,001	0,153	0,045	0,035	0,032	0,030	0,030	0,325	0,054
68	0,001	0,136	0,040	0,031	0,028	0,027	0,026	0,289	0,048
69	0,001	0,121	0,035	0,028	0,025	0,024	0,023	0,256	0,043
70	0,001	0,107	0,031	0,025	0,022	0,021	0,021	0,228	0,038
71	0,000	0,095	0,028	0,022	0,020	0,019	0,018	0,202	0,034
	0,000	0,000	0,025	0,020	0,018	0,017	0,016	0,095	0,016



## Lampiran 17

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 50 Tahun**

Periode ulang = 50 Tahun		P rencana = 587,489 mm						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
t (jam)	Q (m3/s)	Curah Hujan Rencana (mm)							
		1	2	3	4	5	6		
		323,31	84,03	58,95	46,93	39,63	34,64		
0	0,000	0,000						0,000	0,000
1	0,113	36,682	0,000					36,682	6,114
2	0,599	193,611	9,534	0,000				203,145	33,857
3	1,585	512,328	50,323	6,688	0,000			569,339	94,890
4	3,161	1021,883	133,163	35,300	5,324	0,000		1195,671	199,278
4,042	3,241	1047,824	265,606	93,411	28,102	4,496	0,000	1439,439	239,906
5	2,580	833,996	272,348	186,316	74,364	23,731	3,930	1394,686	232,448
6	1,602	517,831	216,771	191,046	148,326	62,798	20,744	1157,515	192,919
7	1,262	408,038	134,594	152,059	152,091	125,255	54,892	1026,930	171,155
8	0,994	321,523	106,056	94,414	121,054	128,435	109,488	880,971	146,828
9	0,842	272,243	83,570	74,396	75,163	102,225	112,267	719,864	119,977
9,095	0,718	232,255	70,761	58,622	59,226	63,472	89,357	573,694	95,616
10	0,842	272,243	60,367	49,637	46,669	50,014	55,482	534,413	89,069
11	0,718	232,255	70,761	42,346	39,516	39,410	43,718	468,007	78,001
12	0,613	198,140	60,367	49,637	33,712	33,370	34,449	409,675	68,279
13	0,523	169,037	51,500	42,346	39,516	28,468	29,169	360,036	60,006
14	0,446	144,208	43,936	36,126	33,712	33,370	24,884	316,236	52,706
15	0,381	123,026	37,482	30,820	28,760	28,468	29,169	277,725	46,288
16	0,325	104,956	31,977	26,293	24,536	24,287	24,884	236,932	39,489
16,673	0,292	94,314	27,280	22,431	20,932	20,719	21,229	206,905	34,484
17	0,281	90,708	24,514	19,136	17,857	17,676	18,111	188,002	31,334
18	0,249	80,520	23,577	17,196	15,234	15,080	15,451	167,057	27,843
19	0,221	71,476	20,929	16,538	13,690	12,865	13,181	148,678	24,780
20	0,196	63,447	18,578	14,681	13,166	11,560	11,245	132,678	22,113
21	0,174	56,321	16,491	13,032	11,687	11,118	10,105	118,755	19,792
22	0,155	49,995	14,639	11,568	10,375	9,870	9,719	106,165	17,694
23	0,137	44,379	12,995	10,269	9,209	8,761	8,627	94,240	15,707
24	0,122	39,395	11,535	9,115	8,175	7,777	7,658	83,655	13,943
25	0,108	34,970	10,239	8,092	7,257	6,903	6,798	74,259	12,376
26	0,096	31,042	9,089	7,183	6,442	6,128	6,034	65,918	10,986
27	0,085	27,555	8,068	6,376	5,718	5,440	5,357	58,514	9,752
28	0,076	24,460	7,162	5,660	5,076	4,829	4,755	51,942	8,657
29	0,067	21,713	6,358	5,024	4,506	4,286	4,221	46,108	7,685
30	0,060	19,274	5,644	4,460	4,000	3,805	3,747	40,929	6,821
31	0,053	17,109	5,010	3,959	3,550	3,378	3,326	36,332	6,055
32	0,047	15,188	4,447	3,514	3,152	2,998	2,952	32,251	5,375
33	0,042	13,482	3,948	3,119	2,798	2,661	2,621	28,628	4,771
34	0,037	11,967	3,504	2,769	2,483	2,362	2,326	25,413	4,235



**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 50 Tahun**

Periode ulang = 50 Tahun		P rencana = 587,489 mm						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
t (jam)	Q (m3/s)	Curah Hujan Rencana (mm)							
		1	2	3	4	5	6		
		323,31	84,03	58,95	46,93	39,63	34,64		
35	0,033	10,623	3,111	2,458	2,204	2,097	2,065	22,558	3,760
36	0,029	9,430	2,761	2,182	1,957	1,862	1,833	20,025	3,337
37	0,026	8,371	2,451	1,937	1,737	1,652	1,627	17,775	2,963
38	0,023	7,431	2,176	1,719	1,542	1,467	1,444	15,779	2,630
39	0,020	6,596	1,931	1,526	1,369	1,302	1,282	14,007	2,334
40	0,018	5,855	1,714	1,355	1,215	1,156	1,138	12,433	2,072
41	0,016	5,197	1,522	1,203	1,079	1,026	1,010	11,037	1,839
42	0,014	4,614	1,351	1,068	0,957	0,911	0,897	9,797	1,633
43	0,013	4,095	1,199	0,948	0,850	0,808	0,796	8,697	1,449
44	0,011	3,635	1,064	0,841	0,754	0,718	0,707	7,720	1,287
45	0,010	3,227	0,945	0,747	0,670	0,637	0,627	6,853	1,142
46	0,009	2,865	0,839	0,663	0,594	0,566	0,557	6,083	1,014
47	0,008	2,543	0,745	0,588	0,528	0,502	0,494	5,400	0,900
48	0,007	2,257	0,661	0,522	0,468	0,446	0,439	4,793	0,799
49	0,006	2,004	0,587	0,464	0,416	0,396	0,390	4,255	0,709
50	0,006	1,779	0,521	0,412	0,369	0,351	0,346	3,777	0,630
51	0,005	1,579	0,462	0,365	0,328	0,312	0,307	3,353	0,559
52	0,004	1,402	0,410	0,324	0,291	0,277	0,272	2,976	0,496
53	0,004	1,244	0,364	0,288	0,258	0,246	0,242	2,642	0,440
54	0,003	1,104	0,323	0,256	0,229	0,218	0,215	2,345	0,391
55	0,003	0,980	0,287	0,227	0,203	0,194	0,191	2,082	0,347
56	0,003	0,870	0,255	0,201	0,181	0,172	0,169	1,848	0,308
57	0,002	0,772	0,226	0,179	0,160	0,152	0,150	1,640	0,273
58	0,002	0,686	0,201	0,159	0,142	0,135	0,133	1,456	0,243
59	0,002	0,609	0,178	0,141	0,126	0,120	0,118	1,293	0,215
60	0,002	0,540	0,158	0,125	0,112	0,107	0,105	1,147	0,191
61	0,001	0,480	0,140	0,111	0,100	0,095	0,093	1,019	0,170
62	0,001	0,426	0,125	0,099	0,088	0,084	0,083	0,904	0,151
63	0,001	0,378	0,111	0,087	0,078	0,075	0,073	0,803	0,134
64	0,001	0,335	0,098	0,078	0,070	0,066	0,065	0,712	0,119
65	0,001	0,298	0,087	0,069	0,062	0,059	0,058	0,632	0,105
66	0,001	0,264	0,077	0,061	0,055	0,052	0,051	0,561	0,094
67	0,001	0,235	0,069	0,054	0,049	0,046	0,046	0,498	0,083
68	0,001	0,208	0,061	0,048	0,043	0,041	0,040	0,442	0,074
69	0,001	0,185	0,054	0,043	0,038	0,037	0,036	0,393	0,065
70	0,001	0,164	0,048	0,038	0,034	0,032	0,032	0,349	0,058
71	0,000	0,146	0,043	0,034	0,030	0,029	0,028	0,309	0,052
	0,000	0,000	0,038	0,030	0,027	0,026	0,025	0,145	0,024



## Lampiran 18

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 100 Tahun****Periode ulang = 100 Tahun****P rencana = 642,688 mm**

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
		353,69	91,93	64,49	51,34	43,35	37,90		
0	0,000	0,000						0,000	0,000
1	0,113	40,129	0,000					40,129	6,688
2	0,599	211,801	10,430	0,000				222,232	37,039
3	1,585	560,464	55,051	7,317	0,000			622,832	103,805
4	3,161	1117,895	145,675	38,617	5,825	0,000		1308,012	218,002
4,042	3,241	1146,273	290,561	102,187	30,743	4,919	0,000	1574,683	262,447
5	2,580	912,356	297,937	203,821	81,351	25,961	4,300	1525,726	254,288
6	1,602	566,485	237,138	208,996	162,262	68,698	22,693	1266,271	211,045
7	1,262	446,376	147,240	166,346	166,381	137,024	60,050	1123,416	187,236
8	0,994	351,733	116,021	103,285	132,428	140,502	119,775	963,743	160,624
9	0,842	297,822	91,422	81,386	82,225	111,830	122,815	787,500	131,250
9,095	0,718	254,077	77,409	64,130	64,791	69,436	97,752	627,596	104,599
10	0,842	297,822	66,039	54,301	51,054	54,714	60,695	584,624	97,437
11	0,718	254,077	77,409	46,325	43,229	43,113	47,826	511,979	85,330
12	0,613	216,757	66,039	54,301	36,879	36,505	37,686	448,167	74,694
13	0,523	184,919	56,339	46,325	43,229	31,143	31,910	393,864	65,644
14	0,446	157,757	48,064	39,520	36,879	36,505	27,223	345,948	57,658
15	0,381	134,585	41,004	33,716	31,462	31,143	31,910	303,819	50,637
16	0,325	114,817	34,981	28,763	26,841	26,569	27,223	259,193	43,199
16,673	0,292	103,175	29,843	24,538	22,898	22,666	23,224	226,345	37,724
17	0,281	99,231	26,817	20,934	19,535	19,337	19,813	205,666	34,278
18	0,249	88,085	25,792	18,811	16,666	16,497	16,903	182,753	30,459
19	0,221	78,191	22,895	18,092	14,976	14,073	14,420	162,648	27,108
20	0,196	69,409	20,323	16,060	14,403	12,646	12,302	145,144	24,191
21	0,174	61,613	18,041	14,256	12,785	12,163	11,054	129,913	21,652
22	0,155	54,692	16,014	12,655	11,349	10,797	10,632	116,140	19,357
23	0,137	48,549	14,216	11,234	10,075	9,584	9,438	103,095	17,182
24	0,122	43,096	12,619	9,972	8,943	8,508	8,378	91,515	15,253
25	0,108	38,256	11,201	8,852	7,939	7,552	7,437	81,236	13,539
26	0,096	33,959	9,943	7,858	7,047	6,704	6,601	72,112	12,019
27	0,085	30,144	8,826	6,975	6,255	5,951	5,860	64,012	10,669
28	0,076	26,759	7,835	6,192	5,553	5,282	5,202	56,822	9,470
29	0,067	23,753	6,955	5,496	4,929	4,689	4,617	50,440	8,407
30	0,060	21,085	6,174	4,879	4,375	4,162	4,099	44,774	7,462
31	0,053	18,717	5,480	4,331	3,884	3,695	3,638	39,745	6,624
32	0,047	16,614	4,865	3,844	3,448	3,280	3,230	35,281	5,880
33	0,042	14,748	4,318	3,413	3,060	2,911	2,867	31,318	5,220
34	0,037	13,092	3,833	3,029	2,717	2,584	2,545	27,801	4,633

**Debit Banjir Rancangan Periode Ulang 100 Tahun**

Periode ulang = 100 Tahun		P rencana = 642,688 mm						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
t (jam)	Q (m3/s)	Curah Hujan Rencana (mm)							
		1	2	3	4	5	6		
		353,69	91,93	64,49	51,34	43,35	37,90		
35	0,033	11,621	3,403	2,689	2,412	2,294	2,259	24,678	4,113
36	0,029	10,316	3,021	2,387	2,141	2,036	2,005	21,906	3,651
37	0,026	9,157	2,681	2,119	1,900	1,808	1,780	19,446	3,241
38	0,023	8,129	2,380	1,881	1,687	1,605	1,580	17,261	2,877
39	0,020	7,216	2,113	1,670	1,497	1,424	1,403	15,323	2,554
40	0,018	6,405	1,875	1,482	1,329	1,264	1,245	13,602	2,267
41	0,016	5,686	1,665	1,316	1,180	1,122	1,105	12,074	2,012
42	0,014	5,047	1,478	1,168	1,047	0,996	0,981	10,718	1,786
43	0,013	4,480	1,312	1,037	0,930	0,884	0,871	9,514	1,586
44	0,011	3,977	1,165	0,920	0,825	0,785	0,773	8,445	1,408
45	0,010	3,530	1,034	0,817	0,733	0,697	0,686	7,497	1,249
46	0,009	3,134	0,918	0,725	0,650	0,619	0,609	6,655	1,109
47	0,008	2,782	0,815	0,644	0,577	0,549	0,541	5,907	0,985
48	0,007	2,469	0,723	0,571	0,512	0,487	0,480	5,244	0,874
49	0,006	2,192	0,642	0,507	0,455	0,433	0,426	4,655	0,776
50	0,006	1,946	0,570	0,450	0,404	0,384	0,378	4,132	0,689
51	0,005	1,727	0,506	0,400	0,358	0,341	0,336	3,668	0,611
52	0,004	1,533	0,449	0,355	0,318	0,303	0,298	3,256	0,543
53	0,004	1,361	0,399	0,315	0,282	0,269	0,265	2,890	0,482
54	0,003	1,208	0,354	0,280	0,251	0,239	0,235	2,566	0,428
55	0,003	1,072	0,314	0,248	0,223	0,212	0,208	2,277	0,380
56	0,003	0,952	0,279	0,220	0,198	0,188	0,185	2,022	0,337
57	0,002	0,845	0,247	0,196	0,175	0,167	0,164	1,794	0,299
58	0,002	0,750	0,220	0,174	0,156	0,148	0,146	1,593	0,265
59	0,002	0,666	0,195	0,154	0,138	0,131	0,129	1,414	0,236
60	0,002	0,591	0,173	0,137	0,123	0,117	0,115	1,255	0,209
61	0,001	0,525	0,154	0,121	0,109	0,104	0,102	1,114	0,186
62	0,001	0,466	0,136	0,108	0,097	0,092	0,091	0,989	0,165
63	0,001	0,413	0,121	0,096	0,086	0,082	0,080	0,878	0,146
64	0,001	0,367	0,107	0,085	0,076	0,072	0,071	0,779	0,130
65	0,001	0,326	0,095	0,075	0,068	0,064	0,063	0,692	0,115
66	0,001	0,289	0,085	0,067	0,060	0,057	0,056	0,614	0,102
67	0,001	0,257	0,075	0,059	0,053	0,051	0,050	0,545	0,091
68	0,001	0,228	0,067	0,053	0,047	0,045	0,044	0,484	0,081
69	0,001	0,202	0,059	0,047	0,042	0,040	0,039	0,430	0,072
70	0,001	0,180	0,053	0,042	0,037	0,035	0,035	0,381	0,064
71	0,000	0,159	0,047	0,037	0,033	0,031	0,031	0,338	0,056
	0,000	0,000	0,041	0,033	0,029	0,028	0,028	0,159	0,026
			0,000	0,029	0,026	0,025	0,024	0,104	0,017



Lampiran 21
-------------

$$\text{- Asumsi (B)} = 28,4 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan sungai (S)} = 0,003$$

$$\text{Kemiringan talut (m)} = 2$$

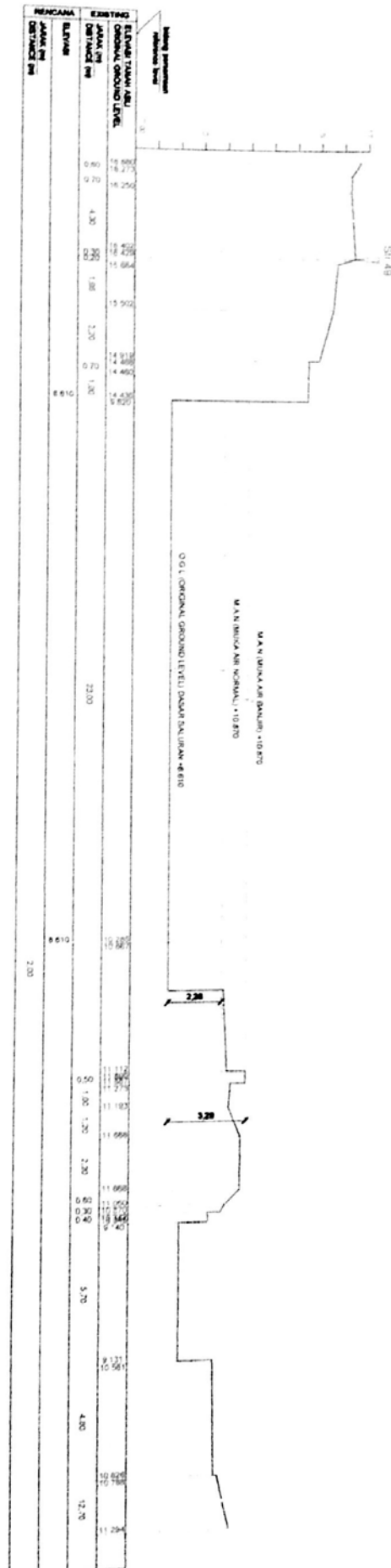
$$\begin{aligned} 1. \text{ Luas Penampang (A)} &= (B \times h) \\ &= (28,4 \times 2,26) \\ &= 64,18 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Keliling Basah (P)} &= (B + 2h) \\ &= (28,4 + 2 \times 2,26) \\ &= 32,92 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Jari – jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{64,18}{32,92} \\ &= 1,95 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Debit (Q)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \\ &= \frac{1}{0,02} \times 1,95^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \times 64,18 \\ &= 274,34 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

CROSS SECTION STA 49



CROSS SECTION STA 49



Rencana Dimensi Sungai Sunter dengan Lebar 28,4 meter



## Lampiran 19

$$\text{- Asumsi (B)} = 25 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan sungai (S)} = 0,003$$

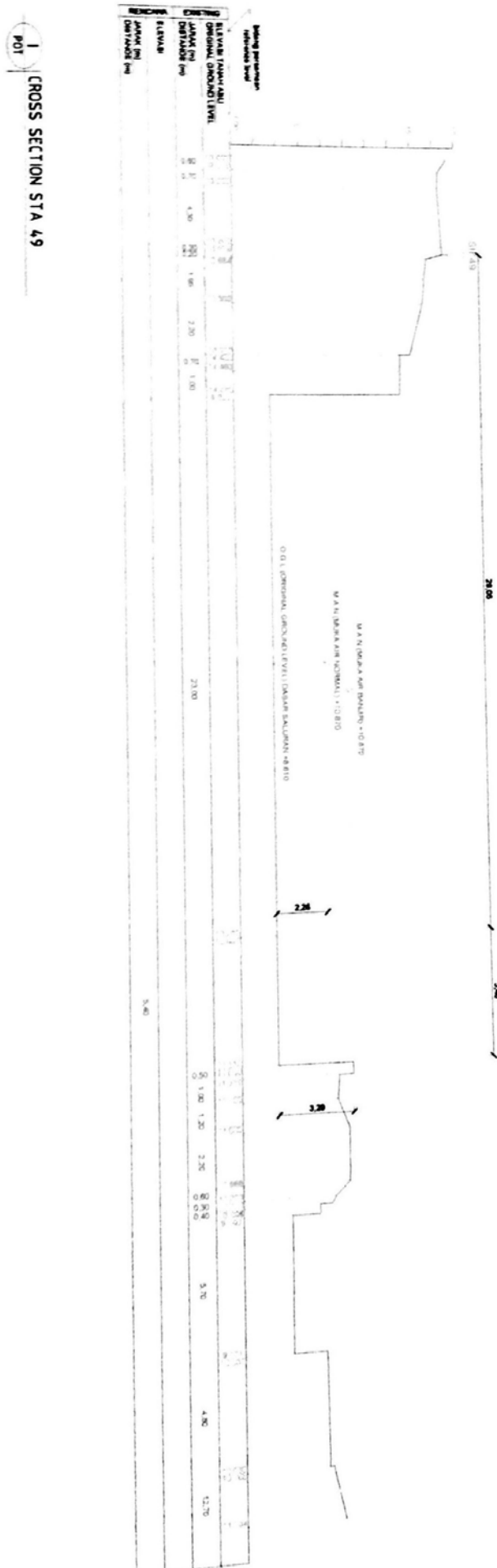
$$\text{Kemiringan talut (m)} = 2$$

$$\begin{aligned} 1. \text{ Luas Penampang (A)} &= (B \times h) \\ &= (25 \times 2,26) \\ &= 56,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Keliling Basah (P)} &= (B + 2h) \\ &= (25 + 2 \times 2,26) \\ &= 29,52 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Jari – jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{56,5}{29,52} \\ &= 1,91 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Debit (Q)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \\ &= \frac{1}{0,02} \times 1,91^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \times 56,5 \\ &= 238,20 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$



**Rencana Dimensi Sungai Sunter dengan Lebar 28,4 meter**



Gambar Desain Sungai Sunter – Str 49

